

DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA
ECOTECNOLÓGICO INNOVADOR QUE ADMINISTRE Y REUTILICE EL AGUA DE
LA LAVADORA PARA GENERAR ÁREAS VERDES EN EL HOGAR.**

Yanaí Alcántara Torres

Tesis para optar por el grado de
Maestría en Diseño y Desarrollo de Productos

Miembros del Jurado:

Mtro. Roberto Bernal Barrón

Director de la Tesis

Mtra. Francesca Sasso Yada

Mtro. José Pedro Antonio Puerta Huerta

Mtro. Alejandro Ramírez Lozano

Dr. Iván Garmendia Ramírez

Mtro. Edwing Antonio Almeida Calderón

México D.F.

Enero del 2016

Resumen

ECOW. Sistema Ecológico de reutilización de agua gris producto del lavado doméstico de ropa para el regadío de un humedal artificial dentro de una jardinera con mesas y bancas decorativas. Proyecto ideado en base a la necesidad del ahorro, tratamiento y reutilización del agua de uso doméstico en una familia promedio que habita en la zona metropolitana de la ciudad de México.

El desarrollo y diseño de éste sistema sustentable cumple con los requerimientos de efectividad, viabilidad y de diseño agroecológico para cumplir con tres metas específicas, a decir:

La reducción en el gasto del recurso hídrico y su consecuente ahorro.

La creación de un sistema de reutilización eficaz del cien por ciento del desecho del agua utilizada para el lavado de ropa en una maquina de lavado convencional para un hogar.

Y la implementación de las bondades del diseño de exterior para la fabricación de un *modulo de sala de estar*, acompañado de un jardín alimentado directamente por aguas orgánicas reutilizadas producto del lavado cotidiano de ropa.

El proyecto ECOW se elaboró en base a exhaustivas investigaciones de biosustentabilidad, economía ambiental y diseño de proyectos amigables al entorno, para con ello aprovechar las bondades de las biotécnicas de cultivo hídrico de humedales en exteriores, el diseño y desarrollo de productos para idear un completo sistema de reutilización de aguas grises y su posterior reutilización en la conservación y generación de áreas verdes dentro de un hogar mexicano.

Las pruebas de laboratorio e investigaciones en campo hacen constatar la viabilidad para el diseño, la fabricación y posible comercialización del sistema ECOW; en vista de sus benéficos y cuantitativos aportes a la sustentabilidad en el hogar, el ahorro en el gasto de agua y optimización de éste recurso natural, sin dejar de mencionar la factibilidad de que éste proyecto sea cofinanciado por entidades gubernamentales o de la iniciativa privada, en vista de los enormes beneficios fiscales a los que proyectos como éste están sujetos en el Distrito Federal. El sistema planteado finca las bases para el desarrollo de nuevas tecnologías en el diseño industrial, aunado a innovadoras prácticas de hidrocultivo en exteriores, con la misión de implementar un *sistema ecotecnológico* que recicla el agua gris por medio de humedales y proporciona además una *confortable área de estar* en un jardín o una terraza convencional, adecuando al paisaje natural con bancas que acompañan al humedal.

Índice

1	Introducción	5
1.1	Antecedentes	6
1.2	Planteamiento y delimitación del problema	8
1.3	Objetivo general	9
1.4	Hipótesis	10
1.5	Motivación para elaborar la investigación	10
1.6	Preguntas de investigación	11
1.7	Metodología	11
1.8	Resultados y aportaciones	12
2	Estado del arte.....	14
2.1	El problema al que se enfrenta la sociedad ante la apatía de reutilizar el agua. 14	
2.1.1	Localización geográfica de la zona de estudio.....	16
2.1.2	Relación entre la escasez de agua y la contaminación ambiental.	17
2.2	Aguas grises, uso eficiente y reutilización del agua en el hogar.	18
2.2.1	Prioridades en el uso de agua en el hogar.	19
2.2.2	Sistemas de filtración, purificación y recolección del agua.	20
2.2.2.1	<i>Tipos de filtros</i>	21
2.3	Humedales y fitorremediación	23
2.3.1	Vegetación recomendada para humedales	27
2.3.2	Humedal artificial.....	30
2.4	Sistemas tecnológicos para jardines inteligentes.	31
2.4.1	Tipos de jardines.....	31
2.4.2	Tipos de Abonos	36
2.4.3	Sistemas para resolver el jardín inteligente.	38
2.5	Energía renovable.....	43
2.6	Productos tecnológicos	45

3	Recursos naturales y tecnológicos para el insumo del agua en las plantas, su relación e interconexión	55
3.1	Administración, reutilización y optimización del agua	59
3.1.1	Agua gris de la lavadora, características y cantidad de reúso	60
3.2	Humedal artificial y mobiliario para el jardín	63
3.2.1	Características de fitorremediación y humedales que se va a utilizar	64
3.2.2	Plantas	66
3.3	Uso eficiente de energía	67
3.3.1	Eficiencia en agua, energía e iluminación	68
4	Desarrollo y análisis de pruebas para el sistema tecnológico de reciclaje de agua de lavadora	70
4.1	Desarrollo y análisis de la captación de agua gris de la lavadora.	71
4.2	Pruebas de comportamiento de diversas plantas ante la fitorremediación por medio de humedales.	81
4.2.1	Pruebas físicas, químicas y biológicas de humedales	88
5	Diseño	100
5.1	Conceptos	107
6	Resultados y discusión	120
7	Conclusiones	128
8	Bibliografía	131
9	Anexos	135

Ilustraciones

Ilustración 1-1. Áreas principales del proyecto.....	9
Ilustración 2-1 Disponibilidad de agua en México (CONAFOVI, 2005).....	15
Ilustración 2-2. Procesamiento de carbono y las emisiones de gases en los humedales de tratamiento HSSF de Kalo, Dinamarca. Los números en cursiva son flujos en gC / m2. (Kadlec, H, & Wallace, Treatment Wetlands, 2009)	25
Ilustración 2-3. Almacenamiento y transferencia de carbón en el humedal. (Kadlec, H., & Knight, Treatment wetlands, 1996)	26
Ilustración 2-4. Tipo de macrófitas acuáticas	27
Ilustración 2-5 Configuración típica de un sistema acuapónico. Los componentes encerrados en recuadros pueden ser contruidos en un único sistema combinado. Fuente: (Rakocy, Masser, & Losordo, 2006).....	36
Ilustración 2-6 Interior de hidrojardinería. Fuente: (Euroresidentes, 2011)	39
Ilustración 2-7 Conos de irrigación. Fuente: (Jardín).....	40
Ilustración 2-8 Riego semi-automático. Fuente: (Jardín).....	40
Ilustración 2-9 Riego automático con cuatro salidas de agua.....	40
Ilustración 2-10 Casa subterránea (Zhang, 2015).....	45
Ilustración 2-11 Prototipo que genera oxígeno (Ratti, 2015).	45
Ilustración 2-12 Filtro a partir del coco (Itee, 2014).	46
Ilustración 2-13 Botella con filtro incluido (Lifesaver, 2014).....	46
Ilustración 2-14. Aplicación de tecnología Lumalive (Philips Research, 2006).....	47
Ilustración 2-15 Celdas solares con el principio del girasol (Alexander Swatek, 2014).	48
Ilustración 2-16 Forma de célula solar convencional y esférica (Sphelar Power Corporation, 2014).	48
Ilustración 2-17 Vidrio con células solares (Sphelar Power Corporation, 2014).	49
Ilustración 2-18 Módulo solar pequeño (Sphelar Power Corporation, 2014).	49
Ilustración 2-19 Luminarias que se cargan con la luz del día (Sphelar Power Corporation, 2014).	49
Ilustración 2-20 Celdas solares, inspiración en Kirigami.	49
Ilustración 2-21 Ladrillos que se iluminan a partir de la energía solar (Ecoinventos)	50
Ilustración 2-22 Impresión 3D, luz led y panel fotovoltaico (Peters, 2015).	50
Ilustración 2-23 Batería para panel fotovoltaico con el inversor (Teknautas, 2015).	51
Ilustración 2-24 Batería Mercedes-Benz (Drita, 2015).	51
Ilustración 2-25 Vivienda autosustentable (Skidmore, Owings & Merrill LLP, 2015).	52
Ilustración 2-26 Tecnología que combina wifi, depuración de agua y energía solar (Marco A. Attisani, 2015).....	52
Ilustración 2-27 Construcción de vivienda bioclimatizada (GHS-2010).....	52

Ilustración 2-28 Vivienda naturalizada semi-subterránea (GHS-2010)	53
Ilustración 2-29 Esfera para lavado de ropa.	53
Ilustración 3-1 Elementos del proyecto.....	57
Ilustración 3-2 Primer planteamiento del proyecto.	58
Ilustración 3-3 Enfoque del proyecto.	58
Ilustración 3-4. Posibilidades del sistema.	59
Ilustración 3-5 Tipos de humedales	65
Ilustración 4-1. Elementos para realizar el pequeño humedal subsuperficial.	85
Ilustración 4-2 Proceso de crecimiento del humedal.	86
Ilustración 4-3. Plantas de humedal de flujo superficial.....	87
Ilustración 4-4 Proceso de tratamiento del agua gris de la lavadora en el humedal.....	90
Ilustración 4-5 Proceso de tratamiento del agua gris de la lavadora en el lirio.....	91
Ilustración 4-6 Aparatos y material que se utilizó para las pruebas en el laboratorio.	92
Ilustración 4-7 Comparación entre el agua gris de la lavadora y el agua tratada en humedales. Esta agua fue recolectada al día siguiente de entrar en los humedales.	94
Ilustración 4-8. Eficiencia DQO	99
Ilustración 5-1 Función básica del sistema.	101
Ilustración 5-2. Características que debe tener el contenedor que se encuentra antes del humedal.....	102
Ilustración 5-3 Esquema general del sistema.	103
Ilustración 5-4. Bocetos, renders y concepto 1.	108
Ilustración 5-5. Boceto renders y concepto 2.....	109
Ilustración 5-6. Bocetos renders y concepto 3	110
Ilustración 5-7. Boceto, renders, concepto 4.....	111
Ilustración 5-8. Boceto, renders y concepto 5.	112
Ilustración 5-9. Boceto, renders y concepto 6.	113
Ilustración 5-10 Datos básicos sobre el sistema a desarrollar de tratamiento de agua gris de la lavadora.....	114
Ilustración 5-11. Dos bancas juntas, capaz de reciclar entre 270 y 540 litros de agua al mismo tiempo.....	115
Ilustración 5-12. Medidas y posibles distribuciones de módulos para el sistema.	116
Ilustración 5-13. Entradas y salidas de agua en el humedal.....	116
Ilustración 5-14. Productos existentes que aportan a ECOW una eficiencia en el riego.	119

1 Introducción

La temática desarrollada en el proyecto de investigación se basa principalmente en el reciclaje del agua gris de la lavadora para su reutilización en el riego de las plantas, dentro de ello hablaremos particularmente de un sistema estético que pueda colocarse en exteriores, en azoteas, terrazas, balcones, jardines, entre otros espacios.

El origen del concepto del proyecto ECOW se basa en la preocupación generalizada que existe en grupos e instituciones en torno a los cambios climáticos producidos por la contaminación y el mal uso de los recursos naturales. Particularmente, en el impacto que ha tenido el cambio climático en las áreas verdes, ya que han sido fuertemente afectadas por las alteraciones que sufre el medio ambiente.

También se consideró la escasez de agua que afecta a la ciudad de México a causa de la sobreexplotación de los mantos acuíferos. En éste contexto es necesario y urgente el diseñar estrategias que posibiliten revertir éstas situaciones implementando alternativas en el diseño de productos.

Para el desarrollo de ésta propuesta, se consideraron diversas tecnologías existentes en cuanto a tipos de cultivos, sistemas de riego, iluminación, pequeños ecosistemas, recolección, ahorro de agua, sustratos, abonos naturales y de humedales-fitorremediación.

Dicha revisión se realizó con el objetivo de identificar aquellas alternativas que fueran accesibles en términos de funcionalidad y que no dañasen el medio ambiente.

El sistema que se propone tiene como finalidad el ser sustentable, fácil de usar, accesible a cualquier persona y adaptable a las áreas y al espacio doméstico.

Es por ello que se ha diseñado un sistema que funciona a partir de módulos, ésto le da versatilidad al sistema, al posibilitar la adaptación de su tamaño en función del espacio y de las necesidades de cada persona, familia o grupo.

Se consideró en hacer un estudio de la manera que se utiliza el agua en el DF y área conurbada, para que a partir de sus resultados se desarrollase un sistema de reutilización del agua de una lavadora convencional para el riego de áreas verdes en jardines inteligentes en el hogar. Siendo así, que el consumo del agua sea autosustentable en una casa promedio en la ciudad de México. Para ésta investigación y trabajo de campo se utilizó la “Metodología de Investigación Científica y Tecnológica” de José Gerardo Sánchez, con simulaciones por ordenadores de experimentación.

1.1 Antecedentes

La contaminación del medio ambiente, las pocas áreas verdes y la escasez de agua en el Distrito Federal se hacen más evidentes día con día. También, en la ciudad son pocos los lugares con áreas verdes, en comparación con la densidad de la población y la cantidad de agentes contaminantes que afectan a nuestro ecosistema.

Existen algunos sistemas tecnológicos que optimizan el crecimiento de las plantas sin requerir de tantos cuidados (jardines inteligentes), pero éstos por lo general son importados, y los que hay en México rompen con la decoración del hogar, son funcionales pero no estéticos, llegan a ser productos que deben ser ocultados en algún cuarto para que no desentonen con la armonía del lugar.

La escasez de agua en la ciudad de México se ha convertido en un tema de suma preocupación. Debido al problema del desabasto de agua, el Director General del IMTA, Dr. Polioptro Martínez Austria, concedió en agosto del 2009 una entrevista en la cual habló sobre el problema de abastecimiento hídrico, que tiene su origen en la década de los años cuarenta, en la que ya se gestaba un desbalance entre la oferta y demanda de agua, principalmente por el crecimiento poco planeado de la ciudad de México.

En aquél momento, la respuesta inmediata consistió en crear más pozos de extracción; sin embargo, por no haberse ejercido los controles adecuados, hasta la fecha, el acuífero de la ciudad de México se encuentra en estado de sobreexplotación. Estas situaciones traen como consecuencia que se agote el agua por una mala utilización y desperdicio constante, lo cual se agrava debido a la falta de cultura en la reutilización y contaminación de agua potable en mantos acuíferos. Mientras que la contaminación ambiental es provocada por una densidad fuerte tanto de autos como de industrias que emiten gases nocivos y las pocas áreas verdes no son capaces de eliminarla.

De todo lo anterior *surge la necesidad* de generar un sistema en el hogar que reutilice el agua para el riego en jardines inteligentes que optimicen dicho líquido, por lo cual se propone reutilizar el agua de una lavadora de uso doméstico, así como la lluvia para alimentar y generar y conservar áreas verdes en el hogar.

Se plantea utilizar tecnologías innovadoras para su aprovechamiento, creando un sistema autosustentable en el hogar y bioamigable con el medio ambiente denominado ECOW

Tanto el agua de lluvia como el agua de la lavadora son aguas que pueden ser utilizadas de manera óptima para el riego de plantas domésticas, con esto se desea generar y alimentar áreas verdes proveedoras de oxígeno. El oxígeno, como lo sabemos es

necesario para poder respirar, pero en el DF y el área conurbada la calidad del aire gran parte del tiempo no es la idónea, pues la actividad diaria en la ciudad genera gran cantidad de sustancias nocivas que modifican la composición natural del aire.

Principalmente la quema de combustibles fósiles para el transporte y la generación de energía en la industria y la contaminación de origen doméstico (Gobierno del Distrito Federal, 2015). De ahí ha surgido la idea satisfacer éstas dos grandes necesidades para proveer y estimular tanto la práctica del ahorro de agua, como coadyuvar a la provisión de una de una mejor calidad de aire al ambiente.

“En la Ciudad de México, el Sistema de Monitoreo Atmosférico (SIMAT) es el organismo responsable de la medición permanente de los principales agentes contaminantes del aire.” (Sistema de Monitoreo Atmosférico, Ciudad de México, 2015) Para su sistema de medición se implementó el *índice de calidad del aire*, en donde se muestra qué tan contaminado se encuentra el aire, y su fundamento se encuentra en la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006. El SIMAT cuenta con 29 estaciones en el D.F. y área conurbada en las que *se monitorea cada hora si la calidad del aire es buena, regular, mala, muy mala o extremadamente mala*.

Ésto es particularmente grave, si reconocemos que el cambio climático es la consecuencia directa de las actividades inconscientes de los seres humanos en varios niveles: de gobierno, empresariales, comunitarias. Todo ello ha perturbado parte de los procesos del ciclo hidrológico, generando patrones de lluvia menos predecibles, periodos de sequía más prolongados y más frecuentes. (Alanis Gustavo, 2009).

El eje reactor del PROAIRE 2011-2020 es establecer un enfoque ecosistémico en la gestión del aire de la zona Metropolitana del Valle de México de las cuales plantean estrategias entre las que destacan educación ambiental, cultura de la sustentabilidad y participación ciudadana; otra es manejo de áreas verdes, reforestación y naturación urbanas; y el fortalecimiento institucional e investigación científica (Comisión Ambiental Metropolitana, 2011).

Bajo éste escenario, el apoyo que han dado los gobiernos en distintas partes del mundo para la generación de áreas verdes trae un factor benéfico a la sociedad constituyendo un estímulo para la propagación de éstas áreas, pues crean una fuente de oxígeno, mejoran el paisaje urbano, entre otros.

La primera ciudad en otorgar beneficios fiscales fue Stuttgart, Alemania en 1980, y actualmente cerca del 45% de las ciudades de Alemania otorgan algún beneficio fiscal,

obligando a que las nuevas compañías inmobiliarias que ocupan demasiado espacio a colocar un techo verde. En Alemania existen ya 15 millones de m² de azoteas verdes lo que representando un 10% del total de las casas habitación en la nación.

Después de 30 años México ha seguido esta iniciativa, la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, ya ha aprobado en comisiones *descuentos en el predial* para propiedades con áreas verdes o que acondicionen en su azotea un área verde. “Se dotará descuentos de 10%, 25% y hasta 50% en el pago del impuesto predial”. (Royacelli, 2010) Esta propuesta ayuda a promover la concepción de un cultivo en el hogar pues aporta mayores beneficios en la economía familiar y de la participación en la generación de oxígeno.

Así, pese a lo adverso del panorama mundial y local, dentro de los desarrollos logrados en jardinería urbana han cobrado fuerza los cultivos domésticos, y se ha promovido particularmente, el desarrollo de jardines verticales dados los reducidos espacios con los que se cuenta en la ciudad para poder cultivar o generar áreas verdes. Estos jardines verticales son una alternativa para poder sembrar en patios, azoteas, terrazas, balcones y en el interior de las casas habitación. Así como la propuesta de convertir las azoteas en “azoteas verdes”.

1.2 Planteamiento y delimitación del problema

No hay un sistema de cultivo de plantas integral para el hogar, existen algunos productos pero que no unifican efectivamente las tecnologías agroambientales y de diseño, aparte de ser en su mayoría, productos que son traídos de otros países.

La escasez de productos de alto diseño que aprovechen agua reciclada para el riego en el hogar y que puedan ser autosustentables en el consumo de energía necesaria para iluminación plantea la enorme necesidad de productos como el *sistema ECOW*.

Muchos de dichos productos que ya se han desarrollado fueron diseñados para estar ocultos, pues no son atractivos ni estéticos. De ahí que la propuesta es a partir de una casa o departamento que ya está construida. Es común que el cuarto de lavado se encuentre ubicado direccionado hacia algún jardín, alguna terraza o esté en una azotea, lo que facilita el sistema de canalización del agua para su reutilización.

El planteamiento del proyecto de reuso y reciclado de aguas grises para el desarrollo sustentable de éste sistema de riego se ha ideado para ser utilizado en hogares que cuenten con algún jardín, terraza o una azotea. Se plantea por tanto que el mobiliario diseñado inteligentemente interactúe para el reciclaje del agua y sea adecuado a la decoración y diseño del área verde.

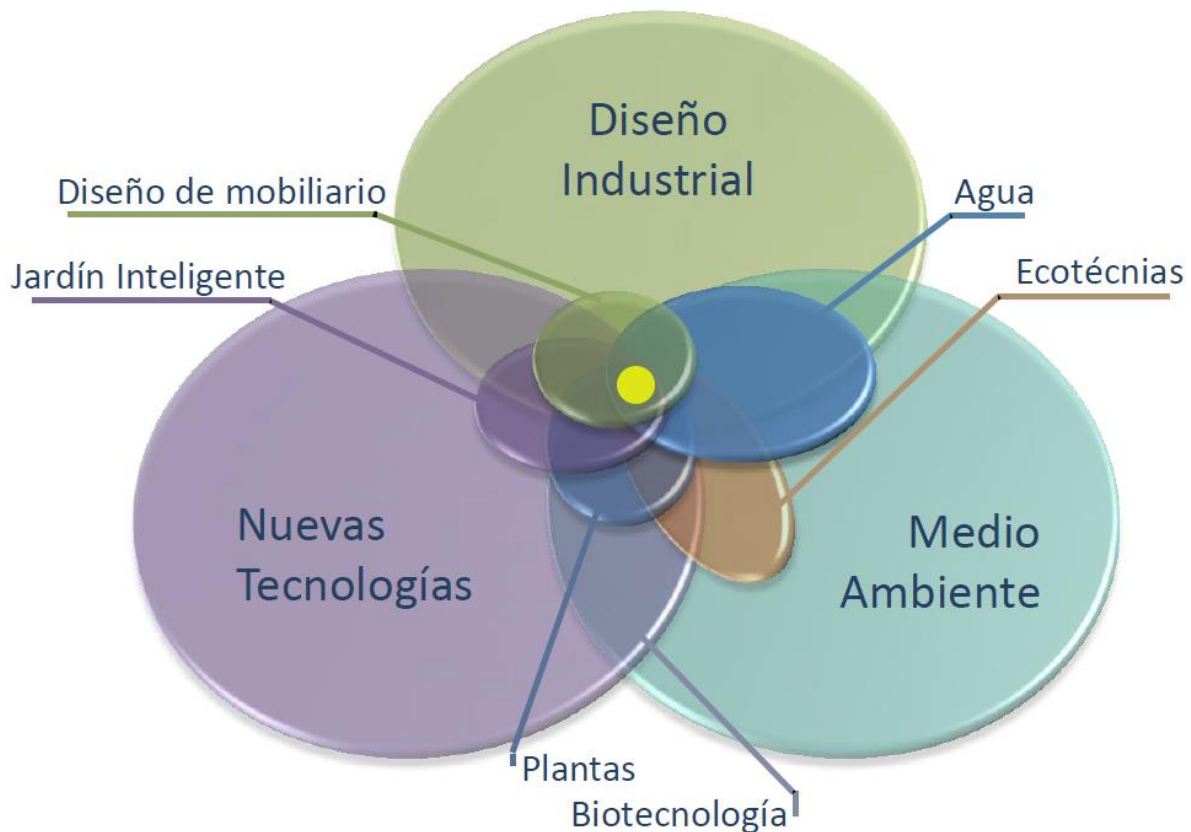


Ilustración 1-1. Áreas principales del proyecto.

1.3 Objetivo general

Desarrollar un sistema tecnológico que administre, reutilice y optimice el agua para el hogar. Que sea autosustentable, bioamigable y que conviva armónicamente con el diseño del lugar.

- Conjuntar tecnologías innovadoras para realizar un eficiente sistema de reciclaje del agua y riego.

- Buscar y relacionar tecnologías innovadoras que permitan desarrollar un sistema adecuado en la recolección del agua, su purificación e implementación para conseguir un óptimo y efectivo uso en el uso del agua.
- Buscar cultivar y cuidar la mayor cantidad de áreas verdes domésticas con la menor cantidad de agua potable.
- Encontrar la manera de incorporar tecnologías dentro de un sistema cuyo consumo de energía se pueda resolver sin afectar al medio ambiente aprovechando las energías alternativas e insumos naturales.
- Elaborar el diseño final que se adecue al cumplimiento de los objetivos anteriores y que logre ser atractivo, innovador y estético para el hogar.

1.4 Hipótesis

1. El diseño de un sistema innovador que conjugue elementos de administración, reutilización y optimización del agua de una lavadora convencional de uso doméstico, el cual permitirá la generación de áreas verdes inteligentes, autosustentables y bioamigables para el hogar.
 - a. se estaría desarrollando un sistema ecológico que propicie el mejoramiento del medio ambiente, aprovechando tecnología para reutilizar el agua y así ahorrarla eficazmente.

1.5 Motivación para elaborar la investigación

En la ciudad de México la mayoría de las personas trabajan jornadas completas por lo que tienen poco tiempo para dedicar a sus hogares, la implementación de un sistema para el reciclaje de agua y el suministro para el uso en áreas verdes domésticas resulta viable siempre y cuando tenga la tecnología adecuada para su proceso.

La motivación ha sido buscar un sistema que aproveche el agua producto del lavado de ropa cotidiano que se va por el drenaje, para ser reutilizada en la generación y conservación de áreas verdes, aplicable en cualquier hogar y por cualquier persona en esas condiciones que pueda implementar sin que necesidad de invertir demasiado tiempo y cuidado. Además se propone el solventarla necesidad de proveer una zona de confort, comodidad en un jardín o terraza promedio que se integre inteligentemente al espacio.

La preocupación por la contaminación del medio ambiente en el Distrito Federal y con la intención de reducir los altos índices de bióxido de carbono que permanecen en el aire, se ha seleccionado el tema de estudio de ésta tesis. Proponiendo la concientización ambiental a la sociedad, se propone la creación y conservación de áreas verdes que provean en el hogar condiciones óptimas para obtener un confort térmico, adaptado al medio ambiente.

Ésta actividad de reutilizar el agua para el riego promueve la generación de más oxígeno y menos desechos tóxicos, para así colaborar a la reducción de agentes contaminantes en el aire y suelo.

Éste proyecto constituye un reto, al combinar diferentes tecnologías innovadoras que resuelvan, no sólo el aspecto de las energías alternativas no contaminantes, sino también el problema escasez de los insumos necesarios, aprovechando los espacios de la casa, el reciclaje del agua, su administración y optimización de todos los componentes.

Es por esto que se planteó la necesidad de resolver no cada problema aisladamente, sino idear la viabilidad del proyecto ECOW conjugando las soluciones a todos éstos retos, en un solo sistema cuyo diseño sea atractivo y adecueble a las necesidades y objetivos planteadas en éste documento.

1.6 Preguntas de investigación

- ¿Cómo se desarrolla un sistema de reutilización de agua para el hogar que sea autosustentable, bioamistoso y que conviva con el diseño del lugar?
- ¿Cuáles son las tecnologías más innovadoras que desarrollen un sistema autosustentable que permita a las personas integrarlo en su vida?
- ¿Qué materiales se pueden utilizar para desarrollar un sistema de tratamiento de agua gris doméstica, que sea viable y beneficioso?
- ¿Cuáles son las necesidades del cultivo y como se les puede satisfacer sin afectar negativamente al medio ambiente?
- ¿Qué diseño va a funcionar mejor con diferentes opciones de espacio?

1.7 Metodología

La metodología va directamente relacionada con una investigación de tipo tecnológica y va de la mano con el concepto de Investigación y desarrollo experimental (I + D); y el de Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i)

Metodología para la investigación será por medio de:

1. Primeros acercamientos por medio de la metodología de Gerardo Sánchez Ruíz en su libro *Guía de Investigación para niños interesados en problemas urbanos y en otras cuestiones*.
2. *Metodología de la Investigación Científica y Tecnológica* por José Cegarra Sánchez

Experimentación con modelos, diario de experiencias, planificación de medios a utilizar, base de datos para bibliografía, tablas de pruebas con resultados.

Metodología para utilizar en el Diseño del producto será por medio de dos autores:

1. Modelo General del Proceso de Diseño
2. Diseño y Desarrollo de Productos por Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger
 - Planeación del anteproyecto
 - Especificaciones del producto
 - Descomposición de un problema complejo en subproblemas más sencillos.
 - Selección del concepto: Generación, filtrado, evaluación y prueba del concepto
 - Arquitectura del producto

1.8 Resultados y aportaciones

Demostrar que se pueden conjuntar diferentes tecnologías innovadoras, unificándolas en el diseño de un sistema en el que se administre, reutilice y optimice el agua e insumos naturales para generación y conservación áreas verdes.

Diseñar un sistema integral que sea agradable visualmente para el usuario y que no rompa con el entorno. De ahí que combinar el tratamiento del agua por medio del humedal con mobiliario puede ser atractivo porque cuenta con varios beneficios se genera áreas verdes, se recicla el agua y además es útil para poder ocuparlo para sentarse y convivir con la familia. Eso sin mencionar los aportes ecológicos que genera.

El conceptualizar un producto de reciclaje de agua para su implementación en la creación y conservación de un área verde doméstica consistente en un humedal que armonize estéticamente con un jardín o terraza y proporcione un área de confort mediante un sistema bancas y mesa.

Proponer un objeto que pueda llegar a comercializarse, que cumpla con las características de ser ecotecnológico, fácil de usar y que tome en cuenta el medio ambiente.

Se puso gran énfasis en la viabilidad de poder llegar a hacer un producto para ello se llevo a cabo investigación de tipo experimental, ya que si no se tenía esto podría ser un diseño agradable pero con carencia en su justificación.

2 Estado del arte

2.1 El problema al que se enfrenta la sociedad ante la apatía de reutilizar el agua.

Área de oportunidad al que se debe enfrentar la sociedad ante la apatía de reutilizar el agua.

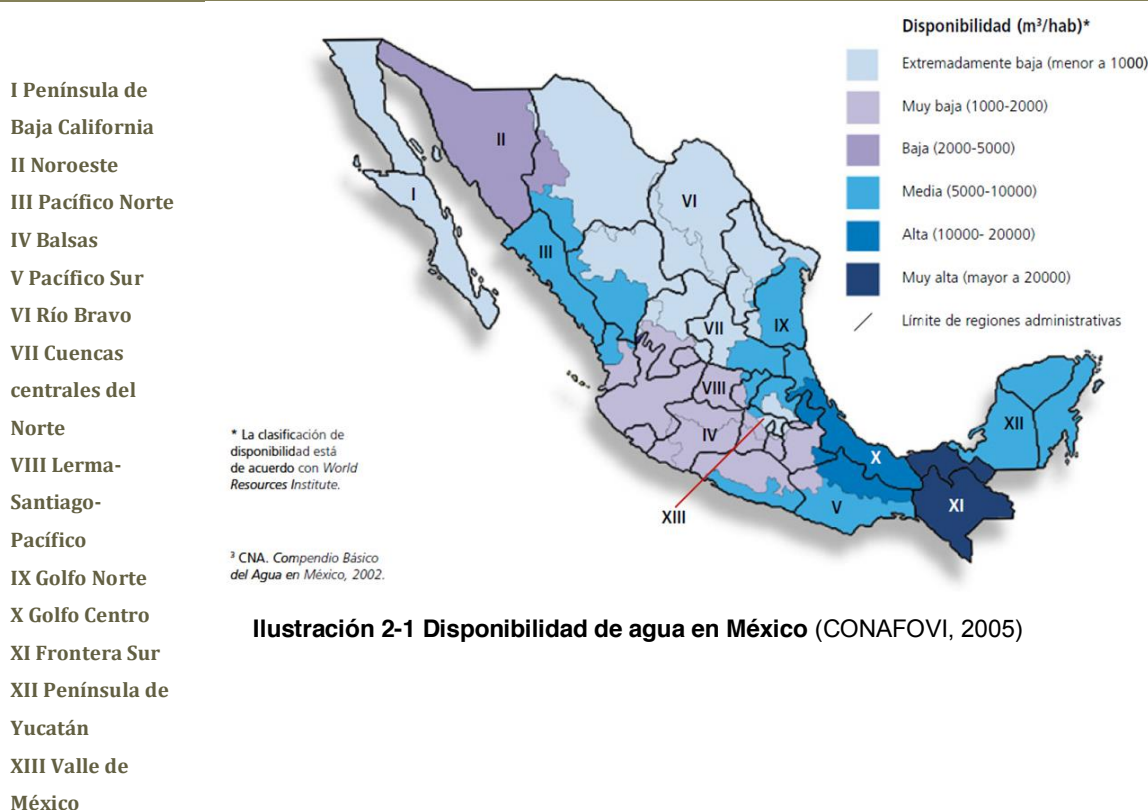
Día a día es más evidente el problema de la escasez de agua, en vista de la sobreexplotación de los mantos acuíferos. Éste problema se acrecenta a medida que aumenta el desperdicio de éste líquido vital y no es aprovechado al máximo, ya que el agua puede volver a utilizarse después de ciertos usos, ya sea con cierto grado de purificación o como se encuentre.

Al momento de estar reutilizando este líquido podemos preservar los mantos acuíferos por más tiempo y ayudar a su restablecimiento. Es común observar que ante este tipo de problemas la población empieza a actuar hasta que se encuentran en una situación casi irreversible. Un litro desperdiciado de agua se convierte en contaminación al irse por el drenaje.

El sistema de Monitoreo Atmosférico de la Ciudad de México "encontró que la mayoría de la población ni siquiera consulta la información oficial" y basa sus juicios en la experiencia: por ejemplo, respirar los gases de los automóviles en calles estrechas y congestionadas del centro"(Cruz, 2010). Alrededor de 40% de los consultados no pudo identificar ninguno de los programas del gobierno para mejorar la calidad del aire. El resto los consideró males necesarios, restricciones impuestas por las autoridades más que medidas preventivas.

Algunos datos que son útiles para analizar la disponibilidad de agua en México obtenidos de la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda se muestran en la ilustración 2-1. Para afrontar los retos de hoy en terminos del abastecimiento hídrico, se ha reorganizado la división de nuestro país en 13 regiones congruentes con la distribución natural del agua, identificados como unidades naturales administrativas e integradas por los municipios localizados en cada región (CONAFOVI, 2005).

Disponibilidad de agua por región administrativa (2000) ³



La distribución de la disponibilidad de agua en éstas regiones se indica en la anterior tabla que muestra la diversidad de condiciones climáticas imperantes en México y ofrece una gama de escenarios que permiten comparar a la Frontera Sur con volúmenes de agua similares a los disponibles en Argentina. El agua en la Región Pacífico Sur con la disponibilidad en Estados Unidos y la gravedad de las Cuencas Centrales del Norte y el Valle de México, con la situación de países como Israel y Egipto, con 330 y 160 m³ anuales por habitante, respectivamente.

El proyecto está enfocado principalmente para ser aplicable en la ciudad y valle de México, ya que como se puede observar es una zona con una escasez hídrica, y en caso de no abordar el asunto puede llevar a grandes problemas en unos años.

El problema de la sobreexplotación de los acuíferos es grave. En 1975 existían 35 acuíferos sobreexplotados de los 653 que existen, cifra que se elevó a 96 en el año 2000, lo cual representaba ya el 14% del total de acuíferos registrados en el país. El uso racional del agua subterránea es indispensable, en vista de que cada vez un número

mayor de regiones dependerá de sus reservas almacenadas en el subsuelo, como la principal y quizá única fuente del líquido.

Sin duda, los acuíferos se convertirán en un recurso patrimonial estratégico, de hecho, a diciembre de 2000 el 66% del agua que se suministraba a las ciudades principales del país provenía de acuíferos y con ésta se abastecía a 75 millones de personas (55 millones en ciudades y 20 millones en comunidades rurales). (CONAFOVI, 2005)

Éstos datos muestran la acelerada sobreexplotación de los mantos acuíferos la cual ha aumentado en los últimos 12 años. De ahí se proponen acciones para optimizar el agua en el hogar.

Es por éste motivo la importancia de integrar al hogar sistemas que ayuden a la optimización, administración y reutilización del agua de uso doméstico antes de que sea combinada con aguas que se encuentran más contaminadas, ya que éstos complicaría el proceso de reutilización, de ahí la prioridad de aprovechar las aguas grises resultantes de la lavadora para el cuidado y protección de este líquido.

2.1.1 Localización geográfica de la zona de estudio.

La ciudad de México y área conurbada, está situada en el centro de la república mexicana y colinda con los estados de Morelos y Estado de México. Sus coordenadas geográficas son:

Latitud	19° 36' - 19° 2' N	32° 43' - 14° 32' N
Longitud	98° 56' - 99° 22' O	86° 42' - 118° 22' O

Fuente: (INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía) Información Nacional por entidad federativa y municipios.

En la actualidad nos encontramos frente a un crecimiento urbano acelerado por lo que es necesario ayudar a purificar la mayor cantidad de agua posible para evitar el deterioro tan acelerado del líquido vital, por ello la reutilización mediante métodos eficaces y naturalmente amigables es benéfico para los hogares.

Por medio de éste sistema se podría evitar utilizar el agua de primer uso para el riego de plantas y algunas otras labores domésticas; el agua usada (aguas grises) no debe considerarse como desecho, ya que constituye un recurso natural escaso y de difícil acceso en ciertas áreas de la ciudad de México.

El sistema ECOW aprovecha el nicho de oportunidad en el mercado para contribuir al mejor aprovechamiento y conservación del agua, así como el cubrir la necesidad de proporcionar un área de confort estética y amigable con el ambiente en una terraza o jardín doméstico.

El suministro de agua tiene límites físicos, ecológicos, económicos y financieros.

2.1.2 Relación entre la escasez de agua y la contaminación ambiental.

La relación que se está manejando en este punto es que ante este efecto donde hay escasez de agua, se utiliza menos agua para regar áreas verdes generando el efecto de disminuir la contaminación ambiental y minimizar los efectos negativos en el ciclo hidrológico. El que se observe esta escasez de agua conlleva a poder reutilizarla para que se sigan manteniendo áreas verdes y generando más terrazas verdes, que son proveedoras de oxígeno.

En las ciudades hay un desequilibrio entre los servicios de los ecosistemas y los servicios de tecnología, lo cual impacta en las emisiones CO₂ y en la acumulación de agua pluvial. Los servicios de los ecosistemas se ven afectados de manera diferente en los países en función al nivel de desarrollo tecnológico, por lo cual se requiere de una política ambiental basada en el concepto de integración para reducir el cambio climático.

Algunos ecosistemas son relativamente protegidos en muchos países por la intensa gestión y tratamientos de agua (Hamdi, 2010). El oxígeno en la atmósfera disminuye debido a que el oxígeno se usa en la combustión y esto altera el proceso de fotosíntesis. En la actualidad constituye un reto el unir objetivos ecológicos, tecnológicos y económicos para evitar el deterioro ambiental tan apresurado en el que vivimos.

Esta propuesta busca favorecer la creación y conservación de áreas verdes, así como el ahorro del agua. De ahí que se plantea trabajar a partir de la ecotecnología para el reciclaje del agua y utilizarlo para favorecer el medio ambiente con la generación de áreas verdes.

En este apartado se plantean dos grandes necesidades, las cuales se pretende solventar con el proyecto ECOW, ayudando a estimular tanto el ahorro de agua, su reutilización, así como el propiciar la generación de oxígeno, considerando que al implementar esta propuesta ecotecnológica cada hogar puede ayudar.

Muchos factores han contribuido a la contaminación ambiental: el crecimiento industrial, la explosión demográfica (de tres millones en 1950 a 20 millones en el presente) y la proliferación de automóviles. Más de 3,5 millones de vehículos automotores (30 % son

modelos de 20 años atrás) transitan a diario por la ciudad (Cruz, 2010). Ante éstos hechos se puede favorecer la generación de oxígeno creando más áreas verdes y alimentando adecuadamente las existentes, de ahí que la reutilización del agua puede ser favorable.

2.2 Aguas grises, uso eficiente y reutilización del agua en el hogar.

En el hogar están consideradas aguas grises aquellas que han sido el resultado de haberlas utilizado en el lavabo, fregaderos, en tarjas de cocina, bañeras, lavavajillas y lavadoras.

Es importante tomar en cuenta hacer más eficiente el uso del agua en el hogar, para evitar su desperdicio, y ser reutilizada y con esto contribuir al resguardo del líquido vital. El uso eficiente del agua se refiere a utilizarla sólo lo necesario para cubrir todas las necesidades en el hogar y administrarla de una mejor manera.

Una persona utiliza en promedio de 200 a 264 litros de agua por día en la ciudad (Comisión Nacional del Agua, 2005). Uno de los lugares donde más se utiliza el agua es en el baño donde destaca el inodoro y para bañarse, pues ya que estas son actividades muy constantes.

Según los datos de la Comisión Nacional del Agua se habla que en promedio una casa habitación con cinco integrantes en la familia tiene con un consumo estimado promedio de 200 litros diarios por habitante, estaría produciendo un volumen de aguas residuales del orden de 22 m³ al mes; es decir ésta familia estaría contaminando 265,000 litros de agua cada año, en el mejor de los casos. Reciclando por lo menos el agua que sale de la lavadora una familia podría ahorrar alrededor de 38, 200 litros de agua cada año.

El agua es vital para el ser humano, en el hogar se utiliza para diversas áreas, como son aseo personal, alimentos, aseo del hogar, trastes, lavar carros, lavado de ropa, el inodoro, el riego de plantas, etc. Algunos de estos usos necesitan de una mayor purificación del agua, mientras que otros pueden satisfacerse sin un saneamiento tan profundo del agua. De ahí se planteó dividir las áreas del consumo y así priorizar la reutilización de las *aguas grises*, para que utilicemos menos agua y tenga un doble uso en el consumo del agua en el hogar.

El desecho del agua de la lavadora se denominada *agua gris*. Ésta contiene jabón, residuos grasos, detergentes. Si dichas aguas son utilizadas adecuadamente pueden ser utilizadas favorablemente para el riego. Éste tipo de agua no tiene mal olor

inmediatamente, sino hasta que queda estancada, ya que los microorganismos usan rápidamente el oxígeno disponible y las bacterias se desarrollan generando mal olor. Por lo cual el proceso de filtrado y reutilizado se necesita hacer de inmediato para evitar patógenos y mal olor.

2.2.1 Prioridades en el uso de agua en el hogar.

Ante la escasez del agua las personas empiezan a jerarquizar su uso y ante este evento en lo último que se le pone atención es en el riego de plantas, porque se prefiere el uso del agua para consumo personal que para este fin. De ahí la oportunidad de reutilizar el agua para el riego de plantas, ya que son vitales para emitir oxígeno y con ello se propicia un mejor ambiente.

El uso de agua en el hogar se puede dividir en varias áreas:

- a) aseo personal lavarse dientes, manos, bañarse, consumo
- b) aseo del hogar trapear, lavar platos, baños, patios, carros, ropa, inodoro (desagüe)
- c) mantener áreas verdes, jardines, plantas

Existen Normas Oficiales Mexicanas para la calidad del Agua y Normas Oficiales Mexicanas de la Secretaría de Salud que dan guía para la calidad del agua que se debe de cumplir, como lo es la NOM 003 de Semarnat-1997, en la cual se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas. El abastecimiento de agua para uso y consumo humano con calidad adecuada es fundamental para prevenir y evitar la transmisión de enfermedades gastrointestinales y otras, para lo cual se existen límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicas, físicas, organolépticas, químicas y radiactivas, con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua, desde los sistemas hasta su uso o ingesta. Por tales razones la Secretaría de Salud (SSA) en coordinación con la CNA y otras entidades de gobierno, han elaborado cinco Normas Oficiales Mexicanas, éstas normas pueden consultarse a través de la SSA.

2.2.2 Sistemas de filtración, purificación y recolección del agua.

Los sistemas de filtración y purificación de agua, existen desde hace mucho tiempo, lo que trata de conseguirse en éste proyecto es hacer eficiente su uso y propagarlo para el mantenimiento y reutilización del agua en el hogar.

Para el tratamiento de aguas grises se necesita un tanque de almacenamiento y regulación, a través del cual se envía al sistema de tratamiento de las mismas; éste puede consistir en una coagulación, floculación, filtración y desinfección (CONAFOVI, 2005).

Para luego poder utilizarla para el riego de plantas y los sobrantes para el inodoro, lavado de carro y patios. Cabe mencionar que se necesitan tomar en cuenta las normas oficiales mexicanas ecológicas para determinar los límites máximos permisibles de contaminantes en el agua para utilizarlas con éste fin.

En la desinfección existen diferentes métodos como son las pastillas de cloro (más usado), resinas yodadas, generador a base de ozono, lámparas ultravioletas (desinfección rápida), cerámicas con cuarzo de plata, carbón activado impregnado con plata (Sera, 2007). Éstas diversas tecnologías tienen un fin específico que es purificar el agua y existen un sin fin de formas y procesos.

Filtración por aspecto físico, mediante unos filtros que impiden el paso de partículas sólidas: estos filtros tienen que ser de tamaño adecuado para retener aquellas partículas que pueden aparecer en los desagües.

Purificación a partir de un tratamiento químico, mediante la cloración del agua con hipoclorito sódico con un dosificador automático, que la optimiza para su reutilización.

Plantas acuáticas utilizadas en el tratamiento de aguas residuales o aguas grises.

Los sistemas de plantas acuáticas están en los estanques poco profundos como plantas acuáticas flotantes o sumergidas. Éstos sistemas incluyen dos tipos basados en especies de plantas dominantes. El primer tipo usa plantas flotantes y se distingue por la habilidad de estas plantas para derivar el dióxido carbono y las necesidades de oxígeno de la atmósfera directamente. Las plantas reciben sus nutrientes minerales desde el agua. El segundo tipo de sistema consiste en plantas sumergidas, se distingue por la habilidad de estas plantas para absorber oxígeno, dióxido de carbono, y minerales de la columna de agua. Las plantas sumergidas se inhiben fácilmente por la turbiedad alta en el agua porque sus partes fotosintéticas están debajo del agua.

Analizando los objetivos del proyecto se tomarán en cuenta los procesos de filtración más naturales, pues al considerarse un *agua gris* para utilizarla en riego, su proceso no requiere de tanta purificación.

2.2.2.1 Tipos de filtros

En una serie de pruebas la PROFECO analizó las características y la calidad de éstos productos. El estudio abarcó cuatro tipos de filtros de agua para uso doméstico que se comercializan en el mercado: - de ozono - de cerámica - de luz ultravioleta - de cápsula.

Función de los filtros de acuerdo con su medio filtrante

La siguiente tabla es una guía en la cual se puede verificar la verdadera función de los filtros de acuerdo con los elementos y medios filtrantes que los componen; así es posible determinar si se trata de un filtro purificador de agua «bactericida» (mata o destruye a las bacterias), de uno «bacteriostático» (inhibe el desarrollo de las bacterias), o simplemente un filtro para mejorar el sabor del agua después de remover los sedimentos, el cloro y otros contaminantes (Revista del Consumidor, 2000).

🕒 Destruye 🕒 Inhibe 🕒 Retiene 🕒 Retiene / inhibe

● Destruye ● Inhibe 🕒 Retiene ●🕒 Retiene / inhibe

Tabla 1 Principales funciones de los medios filtrantes

Contaminantes del agua

Medio filtrantes	Bacteria Coliformes	Virus	Giardia cysticercos	Amibas	Shigella Salmonella	Sabor olor color	Trihalometanos THM's	Compuestos Voc's/Toc's	Compuestos Halogenados	Pesticidas fenoles	Plomo cadmio	Calcio Magnesio	Asbestos	Yodo	Cloro
Cerámicas con cuarzo de plata	●🕒	●🕒	●🕒	●🕒	●🕒								🕒		
Mallas submicrónicas	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒								🕒		
Pastillas cloro	●	●	●	●	●										
Resinas yodadas	●	●	●	●	●										
Generador a base de ozono	●	●	●	●	●										
Lámparas ultravioleta	●	●	●	●	●										
Carbón activado						🕒	🕒	🕒	🕒	🕒				🕒	🕒
Carbón extruido						🕒	🕒	🕒	🕒	🕒			🕒		🕒
Carbón activado impregnado con plata	●	●	●	●	●	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒					🕒
Yodasorb															
Resinas suavizadoras												🕒			
Membrana de ósmosis inversa	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒		🕒		🕒	🕒	🕒	🕒		
Cerámicas simples	🕒		🕒	🕒	🕒								🕒		
KDF-55	●			●	●		🕒	🕒	🕒	🕒	🕒	🕒			🕒
Leadout							🕒				🕒				

Filtros naturales o filtros verdes

La idea en la imitación de los ciclos y procesos naturales que han existido en la naturaleza, de ahí considerar filtros naturales para el tratamiento de agua gris. El suelo es un filtrante natural donde se purifica el agua, de ahí se consideran diversos materiales que sirven como medios filtrantes pudiendo ser arenas, fibras, carbón activado, tela, antracita, corteza de árboles, granate, vidrio, ilmenita, restos de minerales, plástico, espuma plástica, arcillas, ceniza, cerámica, piedras que ayudan para la purificación del agua pues los contaminantes se adhieren a estos materiales. “Hasta la fecha, la arena se constituye como el medio filtrante más utilizado en la construcción de filtros de lecho empacado intermitentes, aunque también se ha comprobado la eficiencia del vidrio reciclado como medio filtrante” (Crites & Tchobanoglous, 2000). Es común observar que en la mayoría de filtros de este tipo o filtros caseros y filtros para humedales se haga uso de la arena. Para éste tipo de filtros se utiliza la combinación de diversos materiales, diferentes dimensiones granulares, varias capas. Como son capa de roca, capa de grava, lecho de arena, capa de roca, tela filtrante, entre otros.

Características funcionales de un filtro

1. Un contenedor aislado, donde se confina el medio filtrante.
2. Un sistema de drenaje para evacuar el líquido tratado.
3. El medio filtrante.
4. Un sistema para alimentación y distribución del líquido a tratar sobre el medio filtrante
5. Un medio de soporte.

Biofiltros.- Son filtros biológicos que degradan contaminantes ya sean del agua o del aire y están muy unidos a la biotecnología. También se puede decir que un humedal funge como biofiltro, porque a partir de una forma física y biológica degrada los contaminantes del agua gris o de aguas negras.

Biofiltro con fibra de coco y lombrices.- La construcción de un filtro con estratos de arena, piedra porosa, fibra de coco y aserrín, y un cultivo de lombrices Roja Californiana (*Eisenia foetida*) cuya finalidad fue la de tratar el agua residual proveniente de los laboratorios del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la UPG campus Cortázar en

Guanajuato. Éste departamento construyó un prototipo por el cual se hicieron pasar muestras de agua gris tratada con lodos activados, antes de hacer pasar el efluente por el biofiltro y después de filtrarlas. Se analizó así el porcentaje de materia orgánica retenida en el biofiltro expresada en SS por diferencia de pesos. Los resultados que obtuvieron fueron que el pH cambió gradualmente a alcalino, la conductividad fue decreciendo y la cantidad de materia orgánica retenida en el filtro es el 93%, por lo que se concluyeron que este sistema de tratamiento de efluentes es eficaz para obtener agua tratada para uso indirecto.

Tratamiento de aguas residuales con lombrices *con sistema Bidatek*, la materia orgánica es degradada, convirtiéndose ésta en humus requiere una operación y mantenimiento sencillos, no se requiere de técnicos altamente cualificados. Costos muy económicos. La tecnología vermifiltro consiste en un proceso de depuración sin generación de lodos, gracias a la acción de una población de lombrices de tierra (Bidatek Energy green group, 2015). Éste sistema es poco atractivo para uso dentro del hogar, es difícil poderlo adaptar a un área de estar.

2.3 Humedales y fitorremediación

Los humedales, “también llamados zonas húmedas o zonas encharcadas o encharcables, son zonas pantanosas, pantanos, marismas, charcas, turberas, aguas rasas, riveras, areneros, naturales o artificiales, temporales o permanentes, con aguas fijas o corrientes, de carácter dulce, salino o salobre” (Seoáñez Calvo & Gutiérrez de Ojesto, 1999). El suelo, en general está conformado por materiales inorgánicos, por materia orgánica y por poros que contienen aire y agua. Los humedales de manera natural son capaces del proceso de descomposición de materia orgánica y purificación del agua.

Característica principal de un humedal es el elevado contenido de agua en el suelo, pues están saturados hasta la superficie o cerca de ello.

“Cabe mencionar también que en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza y en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México y en el Centro de Investigaciones Avanzadas (Cinvestav) del Instituto Politécnico Nacional, recientemente se han realizado investigaciones relacionadas con el uso de humedales contruidos para el tratamiento de aguas residuales domésticas y

de rastros, demostrando que estos sistemas pueden ser una opción viable y eficaz para el tratamiento de tales aguas” (López, Vong, Borges, & Olguín, 2004).

Diversas Universidades han hecho estudios de acuerdo con aguas residuales y los humedales para su tratamiento y les han encontrado viables con mucha mayor razón para aguas grises pues éstas contiene mucho menos contaminantes.

Aunque los humedales son principalmente sistemas de tratamiento, proporcionan beneficios intangibles aumentando la estética del sitio y reforzando el paisaje, de aquí el que se aproveche esta aplicación para purificar el agua de la lavadora en el hogar.

Las técnicas de fitorremediación se caracterizan por ser una práctica de limpieza pasiva y estéticamente agradable que aprovechan la capacidad de las plantas y la energía solar para el tratamiento de una gran variedad de contaminantes del medio ambiente (EPA, 1996). En ésta técnica las plantas actúan como trampas o filtros biológicos que descomponen los contaminantes y estabilizan las sustancias presentes en el suelo y agua al fijarlos en sus raíces y tallos, o metabolizándolos tal como lo hacen los microorganismos para finalmente convertirlos en compuestos menos peligrosos y más estables, como dióxido de carbono, agua y sales minerales (Arias, Betancur, Gómez, Salazar, & Hernández, 2010).

Como se puede observar humedales, fitorremediación, biofiltros son conceptos y técnicas que van muy de la mano para poder mejorar la calidad de aguas grises o aguas negras. Tiene un asiento en ecotécnicas, ecología, biotecnología entre otras.

Tabla 2 Procesos utilizados por las plantas para asimilar contaminantes.

Tipo	Proceso Involucrado	Contaminación Tratada
Fitoextracción	Las plantas se usan para concentrar metales en las partes cosechables (hojas y raíces)	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc
Rizofiltración	Las raíces de las plantas se usan para absorber, precipitar y concentrar metales pesados a partir de efluentes líquidos contaminados y degradar compuestos orgánicos	Cadmio, cobalto, cromo, níquel, mercurio, plomo, plomo selenio, zinc isótopos radioactivos, compuestos fenólicos

Fitoestabilización	Las plantas tolerantes a metales se usan para reducir la movilidad de los mismos y evitar el pasaje a napas subterráneas o al aire.	Lagunas de deshecho de yacimientos mineros. Propuesto para fenólicos y compuestos clorados.
Fitoestimulación	Se usan los exudados radiculares para promover el desarrollo de microorganismos degradativos (bacterias y hongos)	Hidrocarburos derivados del petróleo y poliaromáticos, benceno, tolueno, atrazina, etc.
Fitovolatilización	Las plantas captan y modifican metales pesados o compuestos orgánicos y los liberan a la atmósfera con la transpiración.	Mercurio, selenio y solventes clorados (tetraclorometano y triclorometano)
Fitodegradación	Las plantas acuáticas y terrestres captan, almacenan y degradan compuestos orgánicos para dar subproductos menos tóxicos o no tóxicos.	Municiones (TNT,DNT, RDX, nitrobenceno, nitrotolueno), atrazina, solventes clorados,DDT , pesticidas fosfatados, fenoles y nitrilos, etc.

Principalmente en la fitorremediación se puede ver los procesos como se muestra en la Tabla 2 Procesos utilizados por las plantas para asimilar contaminantes.

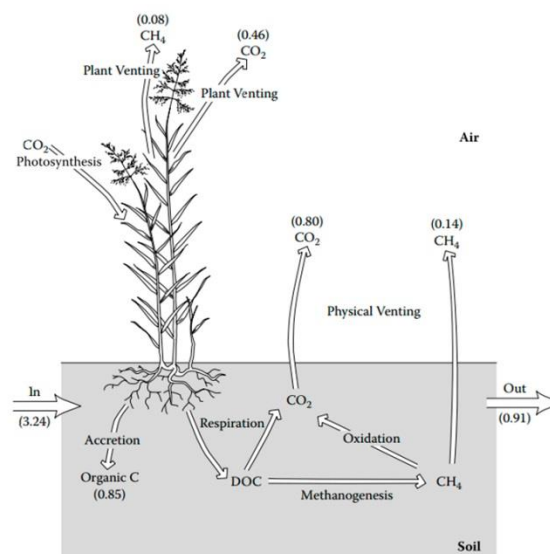


Ilustración 2-2. Procesamiento de carbono y las emisiones de gases en los humedales de tratamiento HSSF de Kalo, Dinamarca. Los números en cursiva son flujos en gC / m². (Kadlec, H, & Wallace, Treatment Wetlands, 2009)

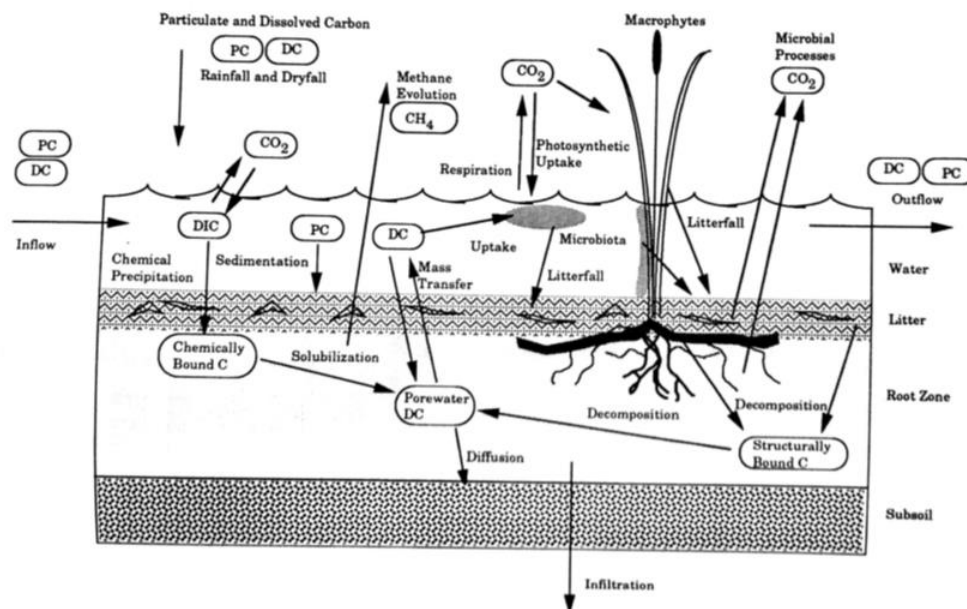


Ilustración 2-3. Almacenamiento y transferencia de carbono en el humedal. (Kadlec, H., & Knight, Treatment wetlands, 1996)

DC carbono disuelto

PC partículas de carbono

DIC carbono inorgánico disuelto

DOC carbono orgánico disuelto

CH₄ metano

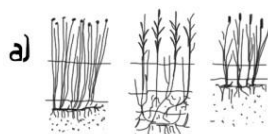
CO₂ dióxido de carbono

Ciclo de vida del carbono de la biomasa y los productos orgánicos que se descomponen. Son ejemplos de las funciones que llevan los humedales en el tratamiento y purificación del agua.

En éstas ¡**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el ciclo de carbono y cómo es utilizado por las plantas y algas en la fotosíntesis.

Los humedales tienen procesos biológicos que modifican el ambiente físico y químico. Las plantas para los humedales se adaptan al poco oxígeno que se encuentra en el agua. La temperatura es altamente variable, depende del día de la temporada de la latitud; sin embargo, ésta se ve afectada por la biología. Mientras el ion de hidrógeno es medido por el pH, es el que influye mucho en la transformación bioquímica (Kadlec, H., & Knight, Treatment wetlands, 1996)

Cuatro grupos de macrófitas acuáticas que se distinguen de acuerdo a la morfología y fisiología

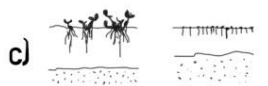


a) Macrófitas emergentes como son papiro, totora, cola de caballo, carrizo



b) Macrófitas flotantes.

La raíz se encuentra en el sedimento aunque las plantas están flotando como el nenúfar, ninfa



c) Libre flotación como el lirio y lenteja de agua.



d) Macrófitas sumergidas como elodea acuática

(Kadlec, H, & Wallace, Treatment Wetlands, 2009)

Ilustración 2-4. Tipo de macrófitas acuáticas

Las raíces de las plantas acuáticas introducen oxígeno al agua, mismo que se vuelve disponible para las bacterias y que descomponen los desechos orgánicos.

2.3.1 Vegetación recomendada para humedales

Existen diversas plantas que son utilizadas en humedales naturales y se recomienda su uso para áreas artificiales, en éste caso se seleccionan según el lugar, condiciones climáticas o por las características para remover ciertos componentes del agua contaminada. Todas estas plantas que pueden estar constantemente en el agua tienen una mayor capacidad de introducir oxígeno y son capaces de descomponer los desechos orgánicos:

a) *Totora gigante* (*Typha domingensis*) es capaz de limpiar hasta 98% de la contaminación por enterobacterias según el Doctor Francisco Delgado Vargas, investigador mexicano de la Universidad Autónoma de Sinaloa quien, en coordinación con el centro alemán Helmholtz, ha estado estudiando ésta planta para la disminución bacteriana del agua en un dren agrícola intensivo (Agencia ID, 2015). Ésta planta mide más de metro y medio. *Planta acuática, perenne herbácea*

Totora común (*typha latifolia*) planta perenne de 1 a 2 m de altura que florece cada verano en espigas compactas marrones de 18 cm de largo, resistente a heladas (Alvarez, 2007). Es una planta que no es tan común, se puede observar en humedales naturales en el área de Michoacan.

b) *Junco Churrero* (*Scirpus holoschoenus*) puede alcanzar más de un metro y se desarrolla sobre suelos profundos de textura arenosa. Es una especie hidrófila, asentándose en riberas de cursos fluviales o en lugares donde haya cierta humedad en el sustrato en algún momento del año, aunque tolera sin mayor problema la sequía estival (López Geta, 2010).

c) *Lirio amarillo* (*Iris pseudacorus*) tiene una flor de varios colores de entre 8 y 10 cm, su tallo es de 1 a 1.5 m, es venenoso para el ganado y crece rápidamente por rizoma, muy usado para absorber metales pesados por sus raíces. (Buczacki, 1996). Es una planta que no es común en la ciudad de México.

d) *Lirio acuático* (*Eichhornia crassipes*) es una planta de libre flotación nativa que existe en casi todos los estados de México con rápido crecimiento, por lo que se tiene que controlar, pues se considera una planta invasiva y ha causado problemas en lagunas, presas y canales de riego (Miranda A. & Lot Helgueras, 1999). También es un purificador natural.

Esta planta además la utilizan para detener daños por derrames petroleros a partir de realizar un polvo con esta planta, quien desarrolló esto fue la empresa Tecnología Especializada en el Medio Ambiente (Rodríguez, 2015)

En Xochimilco se le aprovechó para la fitorremediación de metales, pues es una planta acumuladora con un coeficiente alto de bioacumulación (Carrión, y otros, 2012) lo único que es que el lirio debe ser retirado constantemente, pues es una planta invasiva.

e) *Nenúfar* (*Nymphaea*) algunas tienen un follaje realmente atractivo en verano, constan de una floración continua durante tres meses, la profundidad de agua depende de la variedad, deben tener un lugar muy soleado (Buczacki, 1996). Es una planta costosa

aunque es muy atractiva y difícil de conseguir, aunque hay distintos tipos de nenúfares algunos pueden ser muy grandes.

f) *Cola de caballo* (equisetum) se utilizan en jardines de agua, en humedales, cerca de lagos. Es una planta erguida y perenne de 0.80 a 1m de altura, cuenta con tallos cilíndricos, se multiplica por rizomas (Alvarez, 2007). Ésta planta es muy fácil de encontrar, se puede hallar en casi cualquier vivero de la ciudad de México.

g) *Papiro enano* (cyperus haspan) planta perenne de 40 cm de altura que requiere de exposición al sol y media sombra, tolera heladas leves (Alvarez, 2007). Ya sea tanto el papiro enano como el papiro de tamaño normal es común en jardines de la ciudad de México, además que prácticamente todos los viveros cuentan con esta planta.

h) *Carrizo* (Phragmites australis) planta parecida a una caña pero más esbelta y por aneas (Ariza, 1998), es una planta acuática muy eficaz en transferencia de oxígeno, muy usada para humedales artificiales porque presenta la ventaja de bajo valor alimenticio y no se ve atacada por fauna nociva, es fácil de conseguir en México, crece en cualquier lugar donde hay agua. Ésta planta es común observarla en Xochimilco cerca de las trajineras. Esta planta también es muy utilizada para la realización de artesanías, en diversos estados de la República mexicana.

l) *Ninfa* (nymphaea mexicana) *atlecuetzon*, flor de yerba de agua de origen prehispánico que se encuentra en la reserva de Xochitla y en los canales de Xochimilco, se encuentra en el Valle de México y está en peligro de extinción, es una planta acuática endémica (Lot & Novelo, 2004). Conseguirla puede resultar muy difícil por ser una planta en peligro de extinción.

j) *Elodea acuática*, es planta sumergida muy utilizada en acuarios, puede actuar como planta invasora requiere aguas ricas en nutrientes, ricas en sedimentos, fangosas.

k) *Pino acuático* estas plantas acuáticas tienen hojas espigadas y finamente sobrepuestas. Las hojas que emergen sobre el agua están más rígidas y pequeñas que las sumergidas de la misma planta.

2.3.2 Humedal artificial

Los humedales artificiales son sistemas de fitodepuración de aguas residuales. El sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente (Delgadillo, Camacho, Pérez, & Andrade, 2010). Además de que un humedal artificial realiza fitodepuración de contaminantes puede ser realizado de tal forma que se vea estético.

“El término fitorremediación hace referencia a una serie de tecnologías que se basan en el uso de plantas para limpiar, remediar o restaurar ambientes contaminados, como aguas, suelos, e incluso aire” (López, Vong, Borges, & Olgún, 2004), en los últimos años es común escuchar sobre el lirio en este aspecto pues es una planta que ayuda a quitar metales pesados del agua.

Por medio de un humedal artificial se puede “estimular al máximo sus propiedades relacionadas con su poder depurador lograr una eficacia en el sistema comparadas con la acción de los humedales naturales con lo que respecta a la regularización de los sedimentos, al control de nutrientes y a la transformación de contaminantes presentes en los aportes líquidos al humedal porque se puede regular diversos factores” (Seoáñez Calvo & Gutiérrez de Ojeda, 1999, pág. 181).

El humedal artificial puede ser modificado según las necesidades que el usuario busque, desde el sustrato, afluentes, especies vegetales, todo depende de la función del humedal. Los tipos de tratamientos dependen de las características del agua contaminada y de su destino final.

Éstos sistemas purifican el agua mediante remoción del material orgánico (DBO), oxidando el amonio, reduciendo los nitratos y removiendo fósforo. Los mecanismos son complejos e involucran oxidación bacteriana, filtración, sedimentación y precipitación química (Cooper, G.D., Green, & Shutes, 1996). Es importante ésta reacción biológica puesto que a partir de las plantas es donde actúa la biofiltración.

Los humedales eliminan contaminantes mediante varios procesos que incluyen sedimentación, degradación microbiana, acción de las plantas, absorción, reacciones químicas y volatilización (Stearman, 2003), todos éstos aspectos ocasionan una mejoría en la calidad del agua.

2.4 Sistemas tecnológicos para jardines inteligentes.

Los jardines inteligentes son el conjunto de tecnologías aplicadas para un jardín con el fin de tener ahorro de energía y tiempo, aumentando la comodidad en el cuidado. Éste tipo de jardines es utilizado principalmente en otros lugares como en Europa, ya que ocasionan ser más eficientes y necesitan de menos consumo de agua, además de no necesitar de grandes áreas y ser semi automatizados o automatizados, lo cual favorece su adopción en personas que no cuentan con mucho tiempo para el cuidado de plantas.

En un jardín inteligente se regula el riego, la iluminación y control de filtros.

Pueden ser cultivos en invernaderos hidropónicos o aeropónicos como lo son los que desarrollaron durante seis años investigadores del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), en colaboración con la Universidad Politécnica de Valencia que consta de un sistema de control donde se integran técnicas avanzadas, como son el cultivo hidropónico, con automatización y control basadas en redes industriales y el uso de Internet, lo que permite la gestión de la información y de las instalaciones desde un sitio alejado al del cultivo (Mártinez, 2007).

2.4.1 Tipos de jardines

Las ecotécnicas son sistemas amigables con el medio ambiente que permiten hacer un mejor uso de nuestros recursos naturales: agua, tierra y energía solar. Permiten el reciclado de materiales, la reutilización y aprovechamiento de aquellos que se consideran "basura".

Para su implementación se parte de principios sencillos, requiriendo escasos recursos materiales para su instalación, fomentando el uso de la imaginación para hacer un mejor aprovechamiento de recursos. Son sistemas de instalación para cualquier espacio, aconsejable de instalarse en zonas urbanas.

Los cultivos se pueden realizar en exteriores llamados *azoteas verdes* o roof garden, lo que constituye en un techo en el que se ha colocado un sistema de naturalización caracterizado por la ubicación de diferentes especies de plantas, pasto y árboles, en la totalidad de una azotea o en una pequeña parte, buscando obtener beneficios ambientales, económicos y sociales: reducción de la isla de calor en las grandes

ciudades, captura de CO₂, fomentar pequeños lugares de plantas, volver las casas más térmicas al frío y al calor.

También se pueden hacer jardines verticales teniendo una estructura, acompañada de un depósito de agua para el riego.

Una nueva forma de cultivar plantas y decorar espacios consiste en la creación de Muros Vivos, ayudan también a la acústica y como aislante térmico.

El vínculo entre jardines urbanos y ciudad está definido por la circulación de insumos y productos que caracterizan ésta actividad, siendo las más destacables: espacios reducidos, vacíos, abandonados; uso intensivo del suelo; uso de aguas recicladas y ahorro de agua; utilización de abonos orgánicos e inorgánicos, entre otras.

Se hace referencia principalmente a los tipos de cultivos que se pueden utilizar en la ciudad, para crear jardines urbanos en el hogar.

Tabla 3. Posibles tipos de cultivo en el jardín.

Tipos de cultivos	Características generales
Cultivo orgánico	Cultivo en tierra donde se toman los nutrientes mediante composta y otras fuentes naturales de minerales para el desarrollo en un ambiente equilibrado.
Cultivo semi-hidropónico	Es la combinación entre el cultivo en el suelo y el cultivo hidropónico (sustratos).
Cultivo hidropónico	Es una técnica que no lleva tierra, utiliza sustratos y soluciones nutritivas.
Cultivo aeropónico	Las raíces están suspendidas en el aire y reciben nutrientes a través de una solución.
Cultivo acuapónico	Es una técnica donde se combina la hidroponía con el cultivo de peces y se complementan entre ellos.

Cultivo orgánico

De acuerdo a la definición propuesta por la Comisión del Codex Alimentarius (FAO, 1999), la agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo.

Cultivo semi-hidropónico

Los cultivos semihidropónicos son un sistema de producción de plantas en sustratos mixtos (suelo + materia orgánica) en diversas estructuras; clasificándose en huertos intensivos, hidropónicos, huertos populares, autoconsumo de fábricas y empresas, fincas suburbanas, agricultura del hogar, etc. Siendo la semihidroponía la más practicada y de mejores resultados.

La técnica semihidropónica combina lo mejor de las técnicas de cultivo en suelo y lo mejor de la hidroponía. Éste método permite a las plantas tener acceso a todos los nutrientes del suelo, acompañado con una nutrificación.

Los insumos para esta técnica son:

Sustratos

Solución nutritiva

Abonos orgánicos

Cultivo hidropónico

La hidroponía es una técnica de cultivo sin tierra, en la cual se hace crecer plantas con o sin sustrato (el cual nunca es tierra, puede ser arena, concha de coco, concha de arroz, goma-espuma, técnica suspensión en el aire), lo cual sólo sirve de sostén para las raíces.

Funcionamiento

El trabajo de hacer crecer la planta lo cumple la solución de nutrientes en la cual se lava, se hace flotar o se irriga de forma continua a la raíz de la planta.

La hidroponía se originó por la necesidad de producir alimentos por parte de poblaciones que habitaban en regiones sin tierras fértiles para cultivar, pero que contaban con fuentes de agua suficientes. De tal manera que la hidroponía es muy antigua. Hubo civilizaciones enteras que la usaron como medio de subsistencia, y existen datos históricos que sustentan la afirmación de que los cultivos hidropónicos se conocían en diversas localizaciones geográficas. Uno de éstos datos son las descripciones de los "Jardines colgantes de Babilonia" que se describía recibían riego por canales de agua. Otros ejemplos incluyen siembra de hortalizas en "barcazas" llenas de limo y sustancias nutritivas del fondo del lago que quedaba en lo que ahora es la ciudad de México.

Por ser un cultivo sin tierra, el cultivo hidropónico ofrece la ventaja de no necesitar grandes terrenos para que rinda frutos y no depende de la calidad del suelo, sino de la solución. Los implementos y costos la hacen rentable. Y además, como también se puede usar con plantas ornamentales, funcionan también como un pasatiempo relajante. La otra ventaja es la de poder producir forraje verde hidropónico que se puede utilizar para alimentar conejos u otras mascotas

Cultivo aeropónico

Es un sistema bajo condiciones controladas evita patógenos del suelo, consiste en el que las raíces están suspendidas en el aire y en condiciones de oscuridad total. Para que la planta y los tubérculos se desarrollen reciben los nutrientes a través de una solución por medio de nebulizaciones periódicas (Lyris, 2010). Este proceso es uno de los más novedosos y más nuevos que surgió a partir de los principios de la hidroponía. Estos dos tipos de cultivo utilizan sustratos y soluciones para su crecimiento.

Funcionamiento

En el interior de unas canaletas y en un extremo, se colocan los goteros que hacen circular la solución nutritiva, para alimentar las plantas por las raíces, las cuales no se encuentran inmersas en ningún sustrato. En un extremo se coloca también un pequeño microaspersor, para oxigenar el agua. En el otro extremo, se encuentra el tubo de drenaje, para volver a llevar la solución a la cisterna inicial. (Flores, 2003) Es un sistema en el cual el agua tiene que estar circulando para poder humedecer y dar los nutrientes necesarios a las raíces.

Aeroponics international obtuvo la patente en 1985 en los estados unidos y fué la primera empresa en comercializar el sistema aeropónico y sus complementos para el cultivo de plantas. (Center, 05)

Cultivo con el huerto eléctrico aerogarden, es un sistema hidróponico para el hogar, que usa la tecnología aeropónica creada por la NASA que permite el crecimiento rápido del cultivo. Es un jardín inteligente que indica el momento en el que requiere agua y nutrientes. El cultivo puede ser llevado a cabo en cualquier época del año.

Aproximadamente requiere únicamente de 10 minutos al mes para su cuidado (Aerogarden, 2010). Éste tipo de huerto electrónico es de tamaño pequeño y es utilizado para tenerlo en la cocina con hierbas aromáticas.

La empresa Telegrow cuenta con sistemas de cultivo vertical, el cual maneja un pequeño ecosistema donde combina la simplicidad y la eficiencia. Aprovecha al máximo la luz y el espacio, su montaje es requiere 45 minutos aproximadamente, puede utilizarse con diferentes tipos de riego, cuenta con un control de temperatura y humedad (Telegrow, 2006).

Cultivo Acuapónico

La palabra acuaponía proviene de la unión de 2 palabras, *Acuicultura e Hidroponía*. Es un *sistema cerrado*, en el cual los desechos metabólicos de los peces (principalmente nitrógeno) son aprovechados por las plantas para crecer, y por otro lado, las plantas limpian el agua de estos componentes para mantener niveles adecuados para la cría de peces. Esto permite el ahorro de agua y recude la contaminación de la misma en más de 80% (Rakocy J. E., 1999). Es interesante la utilización de esta técnica puesto que aprovecha de una mejor manera el agua, sobre todo ante la escasez en la ciudad de México.

Funcionamiento

Consta de una parte en la que actúa completamente igual que la hidroponía, pero que conjunta los principios de la acuicultura que son el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de crianza y cultivo de organismos acuáticos. Entre éstos dos se complementan, observando que mientras que con los peces ciertos desechos de las plantas son su alimento, para las plantas los desechos de los peces se convierten en nutrientes.

La biofiltración cumple con dos objetivos en el sistema acuapónico. Ambos son obtenidos a partir de un mismo proceso: la nitrificación.

El primero, es el de transformar el nitrógeno amoniacal (NAT) excretado por los peces como desecho metabólico, en un compuesto menos tóxico para ellos y el segundo, la obtención de un compuesto asimilable por las plantas (Caló, 2011).

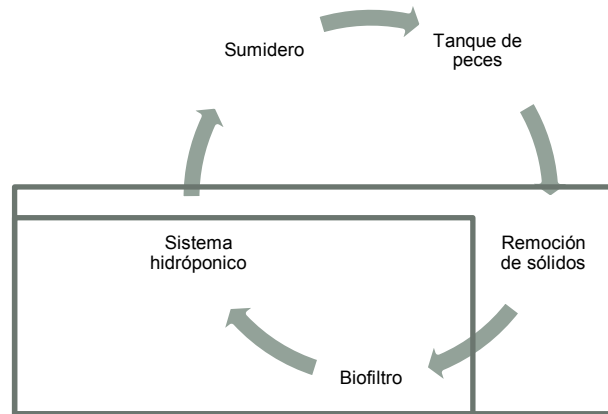


Ilustración 2-5 Configuración típica de un sistema acuapónico. Los componentes encerrados en recuadros pueden ser construidos en un único sistema combinado. Fuente: (Rakocy, Masser, & Losordo, 2006)

2.4.2 Tipos de Abonos

El abono sirve para aportar nutrimentos que las plantas requieren para su desarrollo (C. Martínez, 1999). El abono o fertilizante puede ser de tipo inorgánico u orgánico. El abono es añadido en las plantas en caso de carencia de algún nutriente para un mejor crecimiento de las plantas y con ello sea más productiva.

El abono puede ser de tipo natural o producto de un proceso industrial.

2.4.2.1 Abonos Orgánicos

No podemos olvidar la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en ése sentido, cierto tipo de abonos juega un papel fundamental.

Propiedades

Los abonos orgánicos ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

1) Propiedades físicas:

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, por lo cual el suelo adquiere más temperatura y puede absorber con mayor facilidad los nutrientes. El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos

arcillosos y más compactos a los arenosos, mejora la permeabilidad del suelo, ya que influye en el drenaje y aireación de éste.

Este tipo de abono disminuye la erosión del suelo, provocada tanto por el agua como por el viento, aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más cuando llueve o se riega y se retiene durante mucho más tiempo en el suelo durante el verano.

2) Propiedades químicas:

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste, aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

3) Propiedades biológicas:

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aeróbicos. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

2.4.2.1.1 Abono de lombriz o vermicomposta

En México, el estudio de la biología del suelo y la utilidad de las lombrices se inició en la década de los ochenta en el Instituto de Ecología, con los científicos Patrick Lavelle, Isabelle Barois y Carlos Fragoso.

“El investigador puntualizó que no cualquier lombriz puede ser usada para transformar los residuos orgánicos, ya que a diferencia de las lombrices de tierra, que podemos encontrar en un jardín o el suelo de un bosque, las que se usan para el lombricompostaje pertenecen al grupo eco-fisiológico de lombrices epigeas, que comen exclusivamente materia orgánica. Son gusanos de rápido crecimiento, reproducción y consumo de materia orgánica. También se caracterizan por poder vivir en altas densidades de población (entre 20 mil y 30 mil lombrices por metro cuadrado) y que es posible manipularlas y cultivarlas sin causarles estrés o daños.”

(Aranda, 2010)

Las lombrices de tierra (*Eisenia foetida*) se encargan de digerir la materia orgánica y descomponerla, convirtiéndola en la llamada Vermicomposta o lombricomposta, fertilizante orgánico de color oscuro, limpio, suave al tacto, con agradable olor a mantillo del bosque y debido a su bioestabilidad no sufre procesos de fermentación y putrefacción.

Contiene además, una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser más fácilmente absorbidos por las raíces y asimilables por las plantas. Por otra parte, impide que estos nutrientes sean diluidos por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo disponible en el suelo.

Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plantas, se utiliza como mejorador de la estructura del suelo, como enraizador, como inoculante microbiano, como regulador del crecimiento o incluso como simple y eficiente sustrato de crecimiento.

La comercialización del abono de lombrices se encuentra todavía en niveles poco desarrollados; la mayoría de las ventas se realiza a granel o en costales usados de rafia, sin etiquetas, marca o presentación elaborada. Sólomente en algunos casos, la presentación del producto se hace en bolsas de plástico impreso en colores, con información relacionada con su contenido, origen, utilización, así como datos del fabricante, peso y código de barras. La unidad de medida y venta es el peso en kilogramos y las cotizaciones que varían entre mil doscientos y dos mil pesos la tonelada, en venta directa del productor al consumidor.

2.4.2.1.2 Abono Bocashi

El Bocashi es un abono orgánico fermentado, que se basa en procesos de descomposición aeróbica de los residuos orgánicos y temperaturas controladas a través de poblaciones de microorganismos existentes en los propios residuos, los que en condiciones favorables producen un material parcialmente estable de lenta descomposición.

2.4.3 Sistemas para resolver el jardín inteligente.

El jardín inteligente se refiere a un sistema en el cuál el riego es más eficaz y constante, utiliza diversas tecnologías y es programable para que varias veces al día las plantas tengan suministro de nutrientes y agua, según lo necesario para el crecimiento y tamaño.

Es el caso del Sistema para la Gestión Automática de Invernaderos por softcode y CI2T supervisa y controla el clima de su invernadero a través del manejo integrado de los equipos de calefacción, ventilación y humidificación, además de realizar el control en tiempo real del riego (Softcode, 2006).

Sistemas y métodos de riego:

Para el sistema de riego existen una gran variedad de instrumentos como son los contenedores, las mangueras, los conos de irrigación, los materiales como telas que permiten la transferencia de agua de un recipiente al cultivo o sustrato para su hidratación.

En éste capítulo se analizan algunos conceptos de riego que existen actualmente en el mercado, con el fin de seleccionar el sistema de riego que por su sistema sea el apropiado para integrarlo a nuestro proyecto a desarrollar.

Riego por capilaridad

Es una propiedad física del agua por la cual el agua fluye a través de un conducto poroso que en su estructura contiene espacios de aire que permiten la fácil circulación del agua. La capilaridad es un principio natural que se realiza con el agua a través del suelo en campos y busques. (Euroresidentes, 2011).

Sistemas hidrógenos

Su característica fundamental es el depósito de agua y algún material poroso con una textura que absorba humedad, el cual se encarga de mantener irrigada la planta, lo que permite evitar el abastecimiento de agua cada tercer día, dependiendo de la capacidad del contenedor o recipiente y de las dimensiones de la planta.

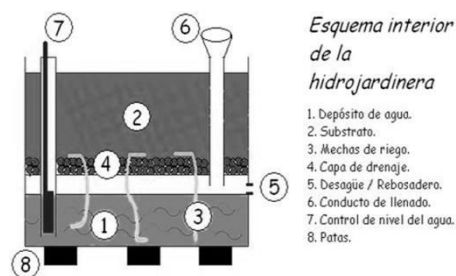


Ilustración 2-6 Interior de hidro jardinera.

Fuente: (Euroresidentes, 2011)

Conos de irrigación

En la actualidad existen varios productos en el mercado que nos ayudan en el riego de las plantas, algunos de ellos son los conos de irrigación que están elaborados con un material poroso como puede ser el barro. Éstos conos contienen una rosca que permite colocarlos en las boquillas de las botellas de agua, cabe denotar que las boquillas de las botellas de agua son de una medida standard, lo que permite colocar botellas con diferentes capacidades según las dimensiones de las plantas.



Ilustración 2-7 Conos de irrigación. Fuente: (Jardín)

Riego semi-automático

Éste consta de un depósito que contiene varios tubos que se introducen en las macetas, cada uno de los tubos se coloca en una planta y el contenedor tiene la capacidad de suministrar agua. Éstos sistemas cada determinado tiempo envían agua a las plantas.



Ilustración 2-8 Riego semi-automático. Fuente: (Jardín)

Riego automático

Se programa el riego según el día y tiempo que se desee, lo cual ahorra tiempo y trabajo, y hace que el agua sea distribuida de manera uniforme. Es apto para todo tipo de emisores: aspersores, difusores, goteo, cintas de exudación, micro aspersores y riego subterráneo. Utiliza baterías reemplazables o recargables.



Ilustración 2-9 Riego automático con cuatro salidas de agua.

Riego por goteo

Este tipo de riego se realiza por medio de tubos que contienen varias salidas por los cuales fluye el agua y comienza el suministro a ser liberando en pequeñas cantidades de agua, las cuales forman gotas y proporcionaran la humedad necesaria al cultivo o plantas a regar. Este sistema es uno de los esquemas de riego más importantes actualmente y es utilizado en el riego de sembradíos, lo que permite una óptima utilización de agua.

Riego por aspersión

Este sistema emite agua por medio de aspersiones, simulando la lluvia sobre las plantas o cultivos. Depende del tamaño de la salida del aspersor lo cual define la cantidad de agua que se proporciona a la planta o cultivo. Este sistema es recomendable en el cultivo de hortalizas que buscan mantener la humedad en los cultivos.

Técnica hidropónica NFT¹

Esta técnica funciona con la recirculación de la solución nutritiva por medio de una tubería que se alimenta de un contenedor con la intervención de un colector en común, además de una bomba que se encarga de reenviar el agua con los nutrientes cada determinado tiempo, y el control con un *timer*, proporcionando así los nutrientes necesarios para los cultivos.

Ventajas de la técnica hidropónica NFT

- * Ahorros significativos en solución nutritiva y en agua.
- * Máximo aprovechamiento de espacio, ya que se puede cultivar en niveles.
- * Es un sistema que se puede automatizar fácilmente.
- * Permite cosechar y rotar mucho más rápido los cultivos.
- * Facilita la limpieza del sistema, a diferencia del cultivo en sustrato.

Primeros acercamientos para ir conjuntando y resolviendo la unión entre el jardín inteligente y la reutilización del agua, primeras propuestas y acotamientos de las necesidades a desarrollar en este sistema. Se puede tomar en cuenta la humedad y el registro de nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, así como la importancia crucial de la iluminación.

¹ Sistema de NFT (Nutrient Film Technique) Técnica de la película de nutrimento

Tabla 4 Soluciones nutritivas y sustratos.

Sustratos	Descripción
Fibra de coco	Elaborado con concha de coco, es un material completamente orgánico que tiene buenas propiedades de retención de agua, de oxígeno, pH de 6.0 a 5 y que es reutilizable. Contiene el hongo Trichoderma en forma natural, lo que beneficia que libere lentamente un poco de potasio. Es muy fácil de sobre-humedecer. Entre sus presentaciones se pueden elegir slabs (o bolsas), ladrillos y suelto.
Perlita	Es una piedra de origen volcánico super expandido y calentado a altas temperaturas, lo que da como resultado un sustrato con alta capacidad para retener aire y agua. Es ligero, con pH neutro, listo para usarse e ideal para esquejes. Puede ser mezclado con otros sustratos como la fibra de coco, vermiculita y turba para mejorar sus calidades de aireación.
Vermiculita	Es reutilizable, viene de países como Brasil o África. Tiene un pH neutro, es ligero y contiene alta retención de agua y retención media de aire. Debido a su capacidad para retener agua se debe mezclarlo con otro sustrato.
Fibra de lana mineral	Material ligero, disponible en presentaciones que van desde hojas enteras hasta cubos. Su pH es ligeramente alcalino (8) y tiene excelentes propiedades de retención con el agua. Es estéril y reciclable pero puede irritar la piel. Requiere de previo contacto con solución nutritiva (humedecerlo) para usarlo.
Tierra de diatomea	Es una roca sedimentaria hecha de algas fosilizadas. Tiene un pH neutral y es reutilizable. Contiene un poco de silicio, es estéril y retiene más agua que las bolitas de arcilla. Tiene una excelente retención de aire. Colabora en hacer más resistente a la planta contra enfermedades y plagas debido a sus propiedades naturales. Requiere lavarse antes de usarse y puede mezclarse con hydrotón.
Bolitas de arcilla expandida	Son bolitas de arcilla expandida a altas temperaturas que vienen en diferentes tamaños (8-16 mm). Su pH es neutro, tiene buena

	retención de aire y baja de agua. Difícilmente se sobre regará, pero requiere lavarse antes de usar y es un poco espacioso.
Turba	Conocido en inglés como 'Peat' es un depósito de restos vegetales parcialmente descompuestos, viene de Norte América, Rusia, Irlanda y Europa del Norte. Tiene un pH ácido que va de 3.4 a 4.8 es reutilizable y retiene muy bien nutrientes, agua y aire.
Arena	Se requiere lavarlo antes de usar y su pH depende del contenido de minerales. Es barato, tiene retención baja de aire y alta en agua. Reusable, se debe corregir el pH para obtener un buen desempeño.
Grava	Roca suelta que mide más de 2 mm y menos de 64. Tiene un pH neutro, es reutilizable, debe lavarse antes de usarse, es pesado y barato. Fué uno de los primeros sustratos hidropónicos.
Tezontle	Roca de tipo volcánico de color rojizo. Es producida a partir de piedra pómez, arena y magma. Es rica en minerales como calcio y zinc. Es una piedra que no pesa, con textura vesicular, burbujeada y porosa.
Carbón Activado	Posee la virtud de adherir o retener en su superficie uno o más componentes (átomos, moléculas, iones) del líquido que está en contacto con él. Éste fenómeno se denomina <i>poder adsorbente</i> . La adsorción es la responsable de purificar, deodorizar y decolorar el agua u otros sólidos, líquidos o gases que entren en contacto con el elemento adsorbente.

2.5 Energía renovable

La energía renovable es una energía que contribuye a cuidar el medio ambiente, hoy en día es una alternativa viable sobre todo la que se genera a partir del sol. Entre las energías renovables se encuentran la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, solar entre otras. Son energías que provienen del agua, aire, sol, biomasa, etcétera.

La Asociación Nacional de Energía Solar (ANES) ha observado el crecimiento de la demanda en personal capacitado para realizar labores de suministro, diseño, instalación, investigación y desarrollo de soluciones para el sector solar (ANES, 2015). Con ésto se puede hablar del incremento en el uso de energía solar, aunque todavía sigue siendo costosa se están haciendo adelantos para una mayor eficiencia.

La energía solar por medio de tecnología fotovoltaica es mucho más eficaz que la eólica. En España ya no hay muchos buenos sitios donde pueda instalarse máquinas eólicas (Lorenzo, 2006), cosa que no pasa con la energía solar. España es un país que ha fomentado energías renovables.

El sistema fotovoltaico es el conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en energía eléctrica. Existen varios tipos de sistemas como son aquellos aislados con baterías y sin baterías, los conectados a Red y los híbridos combinados con otro tipo de generación de energía eléctrica (Mendez Muñiz & García Cuervo, 2006).

Un sistema fotovoltaico abarca tanto el subsistema de generación de la electricidad, como el de distribución y consumo. Dicha generación depende de la incidencia y captación de la radiación solar.

El inversor es el sistema de un elemento que se encarga de acondicionar las características eléctricas del generador a las del receptor.

La cantidad de energía solar (irradiación) aprovechable que puede incidir sobre la superficie de un panel fotovoltaico depende de múltiples factores, algunos de ellos susceptibles como la orientación e inclinación del panel. También la energía eléctrica generada por un panel fotovoltaico dependerá del rendimiento del propio proceso interno de conversión fotovoltaica (Sistemas de Energía Fotovoltaica: Manual del instalador, 2005). De ahí que continuamente se realicen mejoras en los paneles fotovoltaicos para captar mayor incidencia solar y así poder generar más electricidad.

Son necesarias tres características fundamentales para que una célula solar expuesta al Sol produzca energía eléctrica: La primera consiste en ser capaz de absorber una fracción importante de la radiación solar, la segunda en tener un campo eléctrico interno que separe las dos cargas y finalmente las cargas separadas deben ser capaces de viajar a través de la oblea hasta los electrodos superficiales desde donde pasan al circuito exterior (Poblet, 1986).

El efecto fotovoltaico consiste en la conversión de luz en electricidad. Este proceso se consigue con algunos materiales que tienen la propiedad de absorber fotones y emitir electrones. Cuando los electrones libres son capturados, se produce una corriente eléctrica que puede ser utilizada como electricidad (Mendez Muñiz & García Cuervo, 2006).

Teóricamente la eficiencia solar de las células es de un 70%, aunque en la práctica es de un 35 a 45% (Partain & Fraas, 2010) Todavía es cara esta tecnología y su aprovechamiento, todavía requieren de mayor eficiencia, pero aún así se han hecho mejoras constantes en sistemas de energía solar, sobre todo en aquellos países que cuentan con grandes avances tecnológicos. Con el paso del tiempo se podrá observar la reducción en los precios por Kw al ser ésta una tecnología asequible.

El suministro de energía eléctrica a partir de células solares, si no es ocupada en el momento requiere de alguna batería donde sea almacenada para su posterior reconversión y uso.

2.6 Productos tecnológicos

En éste apartado se hace una selección de algunos productos que tienen innovación tecnológica sobre los siguientes tópicos que están mencionados en el proyecto ECOW: reciclaje, iluminación, celdas solares, baterías, sustentabilidad.

Reciclaje

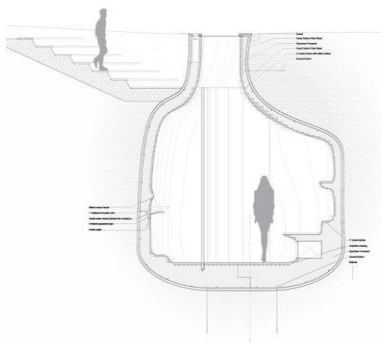


Ilustración 2-10 Casa subterránea (Zhang, 2015).

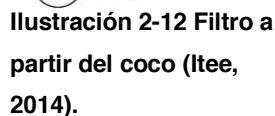
Thirsty House es el concepto de una casa subterránea que recolecta y filtra agua suficiente en su estructura para que sea autosuficiente, construida a base de materiales de fibra de vidrio. La arquitecta Jie Zhang desarrollo en el MIT dicho proyecto inspirado en las cuevas (Zhang, 2015). Es el concepto de un cambio de paradigma en cómo se concibe una casa y su

principal aporte es la recolección y filtración del agua



Ilustración 2-11 Prototipo que genera oxígeno (Ratti, 2015).

Urban Algae Canopy por ecoLogicStudio prototipo de un sistema pequeño que produce diariamente oxígeno, el que equivalente al generado por 4 hectáreas de bosque, la clave de éste invento se ubica en los micro cultivos de algas y protocolos digitales de cultivo en tiempo real. Fué

[illegible]

**Ilustración 2-13 Botella con
filtro incluido (Lifesaver, 2014)**

Ecomodulares materiales fabricados con materiales reciclados ABS, polietileno, poliestireno y polipropileno. Éste material es impermeable, resiste a la corrosión, fácilmente lavable, resistente al intemperie y no es conductor de electricidad. Es producida por medio de inyección de polímeros reciclados (Ecomodulares, 2015). Ante la gran producción de polímeros que se han convertido en un problema en los basureros, el reciclaje de éstos tiene gran factibilidad para la producción de otros productos, con éstos acumuladores se consigue reciclar más basura.

Luminous textile de Philips con Kvadrat Soft Cells. Combina perfectamente LED multicolores dentro de fantásticos paneles textiles que también atenúan el sonido. Es una

solución que ofrece infinitas maneras de jugar con el color, el movimiento, la textura y la luz, con la cual se pueden expresar emociones, convencer con diseño y dar vida a los espacios (Philips, 2014). Éste tipo de textiles pueden darle un toque muy novedoso a un producto, combinándolo con otras tecnologías, lo que hace que pueda ser un producto de vanguardia.

Lumalive tecnología desarrollada por Philips. Esta tecnología integra diodos de LED con tela. Con luz emitida es posible crear mensajes dinámicos, gráfica o superficies multicoreados, puede ser utilizado para ropa, muebles (Philips Research, 2006). Puede ser aplicada ésta tecnología de múltiples maneras, lo que le da gran versatilidad.



Ilustración 2-14. Aplicación de tecnología Lumalive (Philips Research, 2006)

Lumiblade por Philips es el futuro de la luz con OLEDs (Organic Light Emitting Diodes). La luz artificial anteriormente era reflectada desde un punto de salida, pero OLED produce una iluminación suave con una belleza sutil en una superficie uniforme completa de luz proyectando sombras y sin brillo. Su luminosidad es 21 veces más brillante que cualquier otra. La electricidad pasa a través de nanómetros en capas delgadas de semiconductores orgánicos intercalados entre dos electrodos. La corriente eléctrica se desplaza desde el positivo al electrodo negativo a través de la película orgánica; por ello la película puede emitir luz. Para proteger las capas orgánicas el OLED está completamente sellado entre placas de vidrio (Lumiblade, 2015). Éste tipo de iluminación es muy buena para ambientar ciertos lugares, además su bajo consumo de KW y lo delgado que es le dan un aporte estético y de vanguardia. Se pueden producir en cualquier color, y en varios colores blancos (diferentes en tonalidad), los colores pueden realmente estar mezclados en los productos químicos y se pueden hacer formas en diferentes colores, además de vislumbrar figuras dejando zonas vacías de luz y “dibujar” las áreas en un proceso, lo que hace capaz de producir formas, gráficos, mensajes, etc

Hue Personal Wireless Lighting es un sistema personal de iluminación inalámbrica. Combina luz led con tecnología intuitiva. El sistema de iluminación puede ser controlado desde un dispositivo inteligente por medio de un enlace Wi-Fi a través del router, también

se conecta el sistema para poderlo controlar desde afuera de la casa. Está basado en ZigBee LightLink, una tecnología de baja potencia, segura y fiable para controlar las luces además se puede integrar para automatizar elementos del hogar (Lighting, 2004-2015).

Programación de luz, control fuera de casa, regulación cómoda que modifica el ambiente, pinta con luz, se sincroniza con música o con videos. Consta de una iluminación de acuerdo al ritmo de la música. Se puede controlar la luz desde el jardín o por medio de la voz con la *app Homekit*, todo esto a través de Siri. Este tipo de tecnología está basado en aplicaciones de domótica de fácil manejo para la iluminación.

Celdas Solares

Smartflower es dispositivo fotovoltaico inteligente con forma de girasol que genera hasta 6.000 kWh al año, muy por encima de consumo medio anual de una casa, promete mejorar un 40% el resultado de los sistemas tradicionales de paneles solares. La clave es su diseño inspirado en el movimiento de los girasoles que siguen la trayectoria solar, el smartflower se encuentra a 90 grados con el sol, son paneles movibles y están automatizados (Alexander Swatek, 2014). Gracias al movimiento es capaz de generar más electricidad al poder estar más tiempo con una incidencia mayor del sol.



Ilustración 2-15 Celdas solares con el principio del girasol (Alexander Swatek, 2014).

Celdas solares flexibles

Spheral Power es un concepto innovador de la tecnología solar, en el cual capta los rayos del sol en todas las direcciones, a diferencia de las celdas solares convencionales éstas tienen forma esférica, lo que hace que sea capaz de una generación de energía con mayor eficiencia. Esta celda solar pequeña que apenas mide 1.2mm de ancho tiene un gran potencial (Sphelar Power Corporation, 2014).

Este producto utiliza celdas solares esféricas de silicio, lo que hace que puedan absorber la luz en todas las direcciones para generar

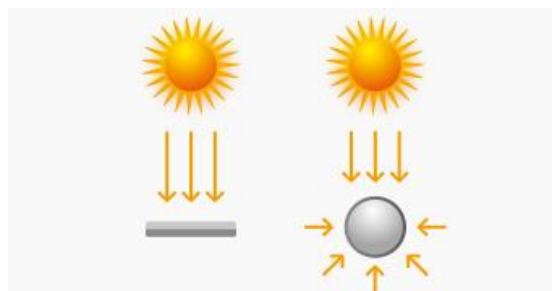


Ilustración 2-16 Forma de célula solar convencional y esférica (Sphelar Power Corporation, 2014).

energía.

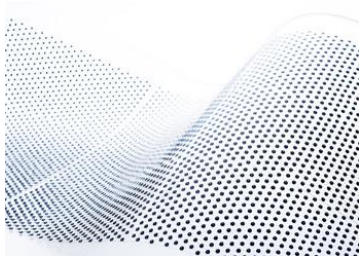


Ilustración 2-17 Vidrio con células solares (Sphelar Power Corporation, 2014).

Sphelar EIPV series permite productos fotovoltaicos integrados electronicamente, *Spheral Array F12* módulos fotovoltaicos compactos; *Spheral One* consta de una sola celda esférica moldeada en plástico de fácil uso; *Spheral Dome* se ha diseñado para estar en el exterior y para dispositivos inalámbricos.



Ilustración 2-18 Módulo solar pequeño (Sphelar Power Corporation, 2014).

Spheral Design Products es la propuesta de soluciones a partir de una buena experiencia. *Spheral Garden Light* se extiende hacia el cielo como el trigo. Es un producto que bioimita la fotosíntesis con el sol y se carga de energía bajo la tierra durante el día y de noche se puede utilizar la luz led que se encuentra en la parte superior.

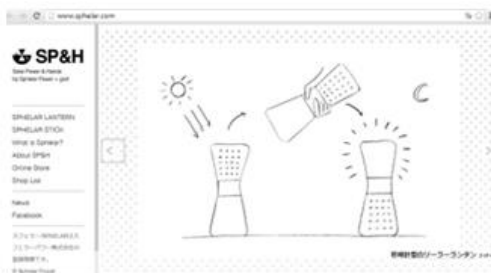


Ilustración 2-19 Luminarias que se cargan con la luz del día (Sphelar Power Corporation, 2014).

Investigadores de la Universidad de Michigan (EEU) han desarrollado celdas fotovoltaicas que pueden estirarse a lo largo de la trayectoria del sol, y por ende mantenerse más tiempo captando energía a partir del diseño del arte japonés



Ilustración 2-20 Celdas solares, inspiración en Kirigami.

del papel recortado llamado kirigami. Este diseño es una sugerencia que permite nuevas aplicaciones, así como inspirar una gama más amplia de dispositivos optoelectrónicos y mecánicos. Tecnología que todavía no se lleva al mercado (Stephen R. Forrest or Max Shtein, 2015).



Ilustración 2-21
Ladrillos que se
iluminan a partir de la
energía solar (Ecoinventos)

Ladrillos iluminados a través de Energía solar, llevan LEDs en su cara visible, con el objeto de iluminar su superficie. Se carga por el día mediante paneles fotovoltaicos, y tienen autonomía de 8 horas. Se encienden automáticamente cuando detectan un descenso de la luminosidad (Eco inventos, 2007).

Lumiwall es un panel de batería solar que es capaz de capturar la luz solar y de noche alumbra por medio de luminarias LED (Kim, 2006). La marca Sharp presento esta tecnología que es muy atractiva por lo delgado y sus funciones.

Solar bytes Pavilion, diseñado por Brian Peters en EU, es un pabellón modular (94 piezas) impreso en 3D que durante el día produce sombra y es un faro durante la noche. Es una estructura temporal que pone de relieve el potencial de las nuevas técnicas disponibles como son brazos robóticos, impresión 3D, tecnologías inteligentes (sensores de luz) y fuentes de energía renovable (energía solar). Cada módulo incluye un dispositivo solar que se compone de un pequeño panel fotovoltaico, una batería recargable, una luz LED y un sensor de luz. Sistema autónomo que reacciona con las condiciones solares (Peters, 2015).

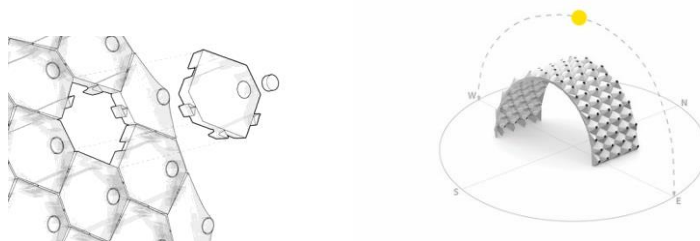


Ilustración 2-22 Impresión 3D, luz led y panel fotovoltaico (Peters, 2015).

Baterías

Bat gen es una batería eterna, la cual consta de un proceso biomecánico que se desencadena al mezclar agua y melanina; ésto trae como resultado una sustancia capaz

de separar el oxígeno del hidrógeno (los componentes de una molécula de agua), con lo que se libera un cúmulo de energía. Éste proceso se vuelve continuo, ya que la misma molécula se encarga de juntar a ambos elementos nuevamente para convertirlos en agua, y de ésta manera se libera una nueva carga de energía (Torres, 2015).

Un científico mexicano ha explicado que ésta batería puede continuar durante 100 años, por el momento solo se puede usar en electrodomésticos y planea que pronto pueda utilizarse en un auto eléctrico (Herrera, 2010). Es una batería muy interesante aunque todavía no se encuentran más datos de su eficiencia y forma de utilizarse.

Powerwall es una batería de litio para almacenamiento doméstico de energía, creada por Tesla. Esta batería funciona de la siguiente manera: si se consume la energía mientras esta el sol se salta el

almacenamiento de la batería; si la batería se llena, el sistema eléctrico de la casa se ocupa (Teknautas, 2015).



Por lo que se puede ver éste avance tecnológico ayuda para hacer instalaciones renovables de una manera mucho más fácil y estética, pues cuenta con un agradable diseño.



Ilustración 2-23 Batería para panel fotovoltaico con el inversor (Teknautas, 2015).

Batería Mercedes-Benz, serán paquetes de baterías de 2,5 kWh cada uno, y podrán combinarse hasta ocho cajas logrando un total de 20 kWh, su modo de trabajo es similar a las de PowerWall (Drita, 2015).



Ilustración 2-24 Batería Mercedes-Benz (Drita, 2015).

Sustentabilidad

SOM desarrolla una vivienda auto-sustentable impresa en 3D, consta de la combinación móvil con un diseño de alta eficiencia energética y paneles fotovoltaicos.

SOM es un consorcio de innovación con un ejemplo de diseño. Gobierno, ciencia, universidades y varios socios de la industria trabajan juntos para empujar los límites de la tecnología y diseño de alto rendimiento. (Skidmore, Owings & Merrill LLP, 2015)

Principalmente lo que se puede observar en éste proyecto es la combinación entre fuentes de energía sustentable y un proceso de fabricación eficiente.

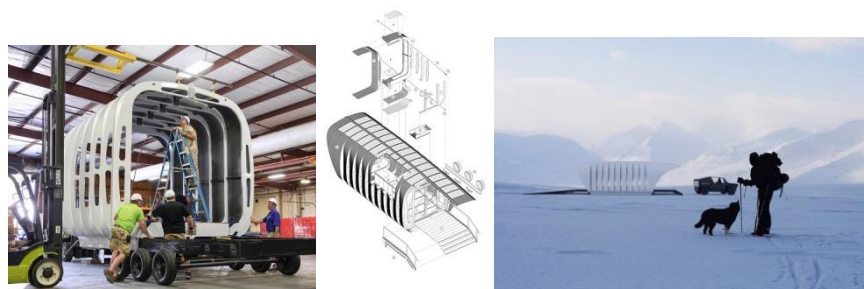


Ilustración 2-25 Vivienda autosustentable (Skidmore, Owings & Merrill LLP, 2015).

Watly fundada en 2013 es una tecnología que combina wifi, depuración de agua y energía solar; ya que son necesidades básicas de la civilización moderna. Abordan estos tres puntos para ofrecer un producto sostenible a largo plazo. Es un prototipo que está financiado de una manera colectiva para su comercialización a partir del 2016. Este sistema se alimenta exclusivamente de energía solar y se basa

en el principio de destilación por compresión a vapor, elimina patógenos, microorganismos de aguas contaminadas, depura el agua. Además es ampliable al unir dos o más se convierte en una red inteligente llamada Energynet (Marco A. Attisani, 2015). Aunque todavía no es fabricado, es un producto que tiene una sinergia en tecnologías óptimas para ésta época, produciendo un factor benéfico que es el reciclaje del agua.



Ilustración 2-26 Tecnología que combina wifi, depuración de agua y energía solar (Marco A. Attisani, 2015)

Tecnología Green-House, viviendas bio-climatizadas, a partir de tecnología verde es la construcción de una casa a partir de módulos prefabricados con fibras y resinas de última generación, se generan espacios pulcros y totalmente impermeables, consta de un concepto de vivienda



Ilustración 2-27 Construcción de vivienda bioclimatizada (GHS-2010)

naturalizada bajo la tierra (semi-subterránea) gracias a la forma de bóveda es capaz de soportar el peso de tierra y de la vegetación en todo el exterior. (Green House System, 2010) Éste sistema se encuentra registrado ante la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos.



Ilustración 2-28 Vivienda naturalizada semi-subterránea (GHS-2010)

Es capaz de ahorrar energía, obtenerla y recuperarla por las características de su construcción, materiales y forma. Es un concepto interesante para generar una casa a partir del medio ambiente.

El material con el que es fabricada es interesante, porque cuenta con una permeabilidad, resistencia y durabilidad que puede soportar las inclemencias del tiempo.

Ante la optimización y el proceso de limpieza del agua que sale de la lavadora se encontró un suplente para el detergente que es la “BIOSFERA 4SAVE” que cuenta con las siguientes características:

La BIOSFERA 4SAVE está diseñada científicamente en torno a la electricidad y aerodinámica para trabajar sin detergente.

Los cuatro tipos de cerámica contenidas en la BIOSFERA 4SAVE transforman estructura molecular del agua favoreciendo la eliminación de los efectos contaminantes y la suciedad de detergentes.



Ilustración 2-29 Esfera para lavado de ropa.

Cerámica Zeolita: (modificada por cationes orgánicos) desprende iones negativos que disminuya el nivel de adherencia en la superficie del interior de los tejidos, por lo tanto la suciedad desaparece fácilmente sin detergente.

Cerámica zeolita natural: con 3 componentes (Clinoptilolita, Turmalina y Maifanshi) crea un efecto de la separación de las moléculas del agua provocando con ello la activación de la misma para que tengan una mayor penetración en los tejidos aumentando la potencia eliminación de suciedad.

Cerámica Zeolita micro encapsulada: mantiene el pH (incrementando su alcalinidad) del agua al mismo nivel que un detergente químico y de esta forma evita un daño en las fibras de la ropa provocado por acidez a consecuencia del cloro y otras sustancias contenidas en el agua, así mismo se permite eliminar la suciedad y la grasa.

Cerámica Zeolita infrarroja: hace un efecto de eliminación de cualquier organismo patógeno y provee elementos para una acción antimicrobiana para una limpieza profunda. También contiene dos imanes para crear un campo magnético de -30G que activa los grupos de moléculas del agua generando iones con carga eléctrica que se adhieren a la suciedad y los residuos con el flujo del agua.

Una BIOSFERA 4SAVE es suficiente para lavar 8.5 kg.

La BIOSFERA 4SAVE tiene una duración de 1500 lavadas.

Especificaciones y mantenimiento

Es necesario colocar la *biosfera 4Save* al sol como mínimo dos horas al mes para reactivar las bio-cerámicas contenidas en su interior.

Es recomendable separar ropa blanca y de color

Deberá colocarse la biosfera 4Save para incrementar su funcionamiento en el tambor de la lavadora y debe dejarla en remojo de 20 a 30 minutos.

Si la ropa presenta manchas muy concentradas o una suciedad pesada puede añadirse de un 15% a un 25% de la cantidad detergente que utilizaría habitualmente.

De manera especial la biosfera 4Save deberá estar cubierta por el agua para que se active y cumple su función a cabalidad.

De todas éstas características se tendrán que hacer pruebas para ver si el tipo de tecnología es útil para el sistema ECOW y así evitar los surfactantes con los que cuentan los detergentes, ya que éstos al estar muy concentrados pudiesen generar que las plantas que van a ser regadas puedan morir.

3 Recursos naturales y tecnológicos para el insumo del agua en las plantas, su relación e interconexión

Esta investigación es de tipo experimental y se relaciona directamente directamente con el diseño de un producto tecnológico para el hogar. De ahí la importancia de tomar en cuenta éstos dos conceptos:

1. Investigación y desarrollo experimental (I + D) se define formalmente como "... el trabajo creativo llevado a cabo de manera sistemática con el fin de aumentar el acervo de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de este acervo de conocimientos diseñar nuevas aplicaciones ". (OECD, 2002, pág. 30)
2. Investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) se define como la indagación y planificación que persigue descubrir nuevos conocimientos con una superior comprensión en el ámbito tecnológico para el desarrollo de nuevos procesos, productos o mejoras sustanciales en el diseño y fabricación, logrando así procesos innovadores. (Norma UNE 166000, 2006)

Como se puede observar a partir de estos dos conceptos ésta tesis va directamente relacionada con investigación de tecnologías existentes, la realización y experimentación para proponer la innovación en un producto a partir de tecnologías existentes interconectadas para generar un nuevo proceso y su uso eficiente.

Como dice Gui Bonsiepe "por tecnología debe entenderse la aplicación sistemática del conocimiento científico en el proceso productivo".

De ahí que el desarrollar un sistema tecnológico que administre, reutilice y optimice el agua para el hogar que sea autosustentable, bioamigable y que conviva con el diseño del lugar que sea viable tomando en cuenta un proceso de I+D+i.

El realizar cambios de hábitos en la forma en que concebimos los desechos puede ser de gran utilidad para aportar bienestar y aumentar el grado de satisfacción en las necesidades cotidianas. Lo que se desea es una mayor eficiencia en el uso del agua, reutilizándola en el riego plantas y en el uso racional de la energía y recursos, además de la preservación de nuestro entorno natural.

Al momento de detectar que existe una escasez de agua potable en los mantos acuíferos debido a la sobreexplotación, además de una alta contaminación en el Distrito Federal y

área conurbada, se llegó a definir las tecnologías que se proponen en el proyecto del diseño del producto de acuerdo a lo investigado en *el estado del arte*.

A partir de las investigaciones realizadas se han conjuntado diversas tecnologías innovadoras para el desarrollo de éste completo sistema que tiene como fin administrar, reutilizar y optimizar el uso del agua para reciclarla en el riego de jardines inteligentes. De ahí se ha tomado en cuenta utilizar el agua de la lavadora para que sea reciclada por medio de un humedal, por lo cual se requiere de ciertas plantas que ayudasen a éste sistema. También se requiere de algunos filtros naturales. Por ello la necesidad de realizar y generar ideas sobre proyectos que recaigan en productos beneficios para la sociedad pero que además ofrezcan la creación de un área cierto comfort en el hogar. Esto ayuda a la preservación de los recursos naturales, al ahorro de agua y energía, la generación de nuevas áreas verdes, lo cual recae positivamente en el cuidado del medio ambiente, con el fin de que no sea un concepto abstracto, sino una responsabilidad compartida en la sociedad.

Para ello se plantea que en un área específica como una terraza, azotea, patio o jardín se implemente un sistema capaz de reciclar agua gris que provenga específicamente de la lavadora, pero no solo eso, sino que sea posible *habilitar una área de estar* y que todo lo que se proponga esté dentro del mismo mobiliario para exterior y permita disfrutar de una combinación de mobiliario inteligente, ecotecnologías y de la naturaleza.

Al referirse a Bioamigable, es que sea fácil su uso, combinando tecnologías simples con tecnologías complejas que hagan del producto un diseño de vanguardia en el que se retomen argumentos básicos como la réplica de elementos de la naturaleza, como son los humedales artificiales pero bajo un estricto control dentro del diseño.

El agua tiene prioridades en su uso, y el objetivo que se está considerando es el de la reutilización del agua de la lavadora, cuyo fin principal será el riego de plantas, pero también se puede llegar a tener un sobrante dependiendo de la cantidad de plantas que se tengan, con lo que se sugiere que se aproveche en otras áreas y NO para los que sean de consumo personal, ya sea en el aseo o para su ingesta, debido que la filtración y purificación del agua no va a ser adecuada para esas 2 situaciones.

Además de ser un diseño ecológico que tiene que ver con sustentabilidad debe de ser altamente estético para lograr que sea atractivo al consumidor promedio. Siendo de suma importancia la experiencia del usuario ante un producto nuevo que cada día es más importante y necesario. Otro aspecto importante es la personalización de los productos lo cual le otorga un valor agregado.

La Innovación es la implementación de un producto nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), proceso, nuevo método de comercialización o un nuevo método de organización de las prácticas comerciales según la OCDE en su Manual de Oslo.

En la actualidad hay muchas tecnologías y procesos innovadores, lo interesante de ésta tesis es generar ideas y propuestas ecotecnológicas a partir de una casa que ya esté construida.

Para poder elaborar el sistema ECOW se deben relacionar diferentes aspectos y tecnologías sobre los puntos a abordar, en los cuales se conjunen el cuidado del medio ambiente, las eco-tecnologías, el cultivo de plantas, el reciclaje de agua, el diseño de producto, la innovación en mobiliario, y la creación de jardines inteligentes.

Es necesario también tomar en cuenta el medio energético que se utilizará en el producto, al igual que el tipo de iluminación, llegando a implementar principios de domótica con tecnología de punta, para lograr un producto más atractivo. Ejemplo de ello es el uso de la *iluminación de Philips Hue* personal wireless lighting, en la cual la iluminación proveerse mediante un medio de un control inteligente, luz programada, atenuación, luz de diferentes colores, sincronizada incluso con música o con videos.

En éste sistema se hará uso de ecotécnicas que constan de un sistema que ayuda al hombre a aliviar algunas de las necesidades, teniendo en cuenta primordialmente el equilibrio ecológico. (González, 1992). Se toma en cuenta ésta parte, ya que el proyecto considera hacer un mejor uso de los recursos naturales tanto del agua, las plantas y de energía solar. Empezando por el reciclado del agua de una lavadora de uso doméstico.

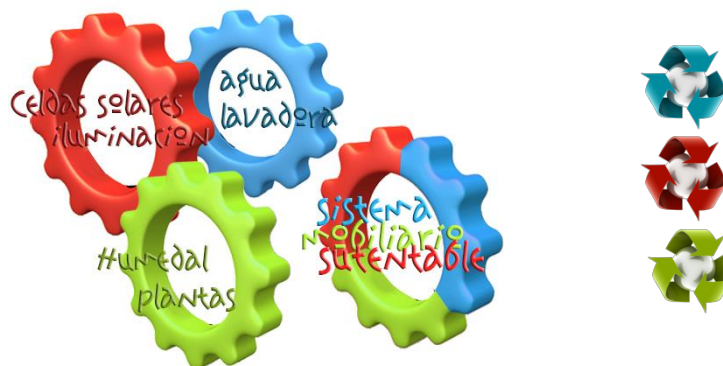


Ilustración 3-1 Elementos del proyecto.

Por lo cual debe de haber un orden del desarrollo del producto
Planificación, organización, dirección y control de los recursos.

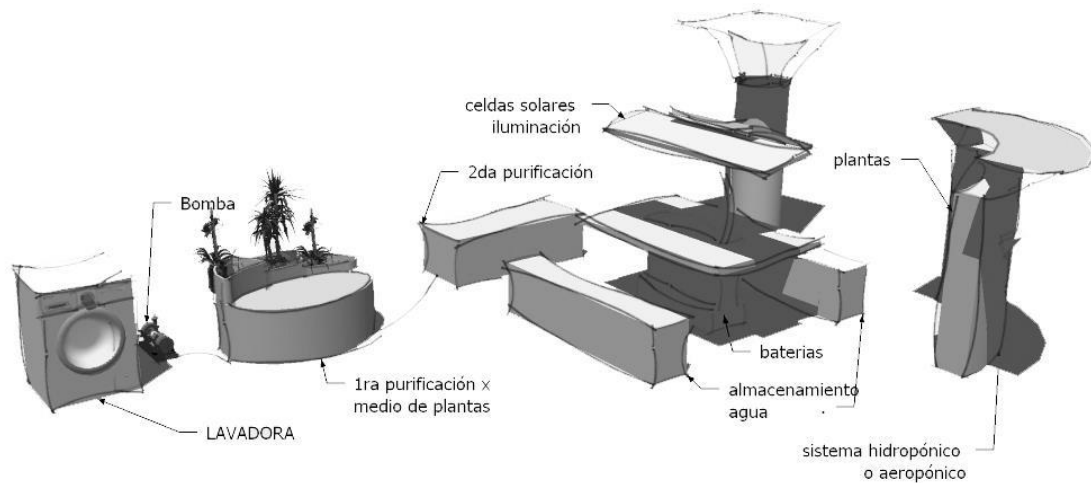


Ilustración 3-2 Primer planteamiento del proyecto.

El primer planteamiento fué cambiando de acuerdo a la investigación, se omitieron algunos elementos, para continuarlos en otra investigación y así poder completar el sistema.

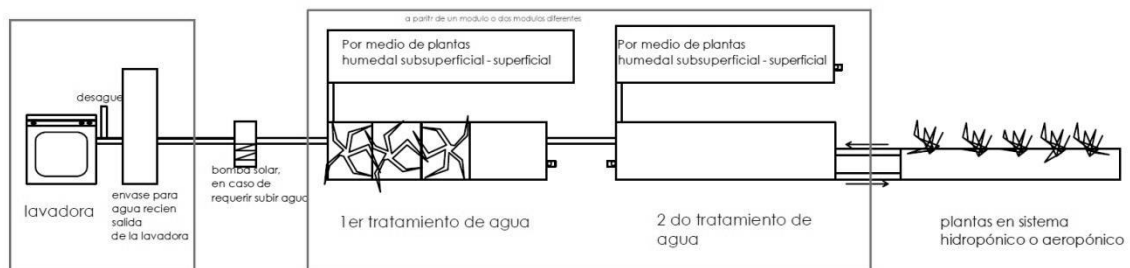


Ilustración 3-3 Enfoque del proyecto.

Toda la fase experimental de éste proyecto está enfocada para en la viabilidad de un sistema ecotecnológico que, a partir de humedales se pueda realizar un producto que recicle el agua de la lavadora, poniendo énfasis en los recuadros de la Ilustración 3-3 Enfoque del proyecto., en el cual se toma en cuenta el agua gris de la lavadora y sus contaminantes, las plantas para el proceso de depuración de contaminantes y las plantas que se van a regar con el agua recolectada, la energía para automatizar e iluminar el espacio además de mobiliario que se integre en este sistema de reciclaje.

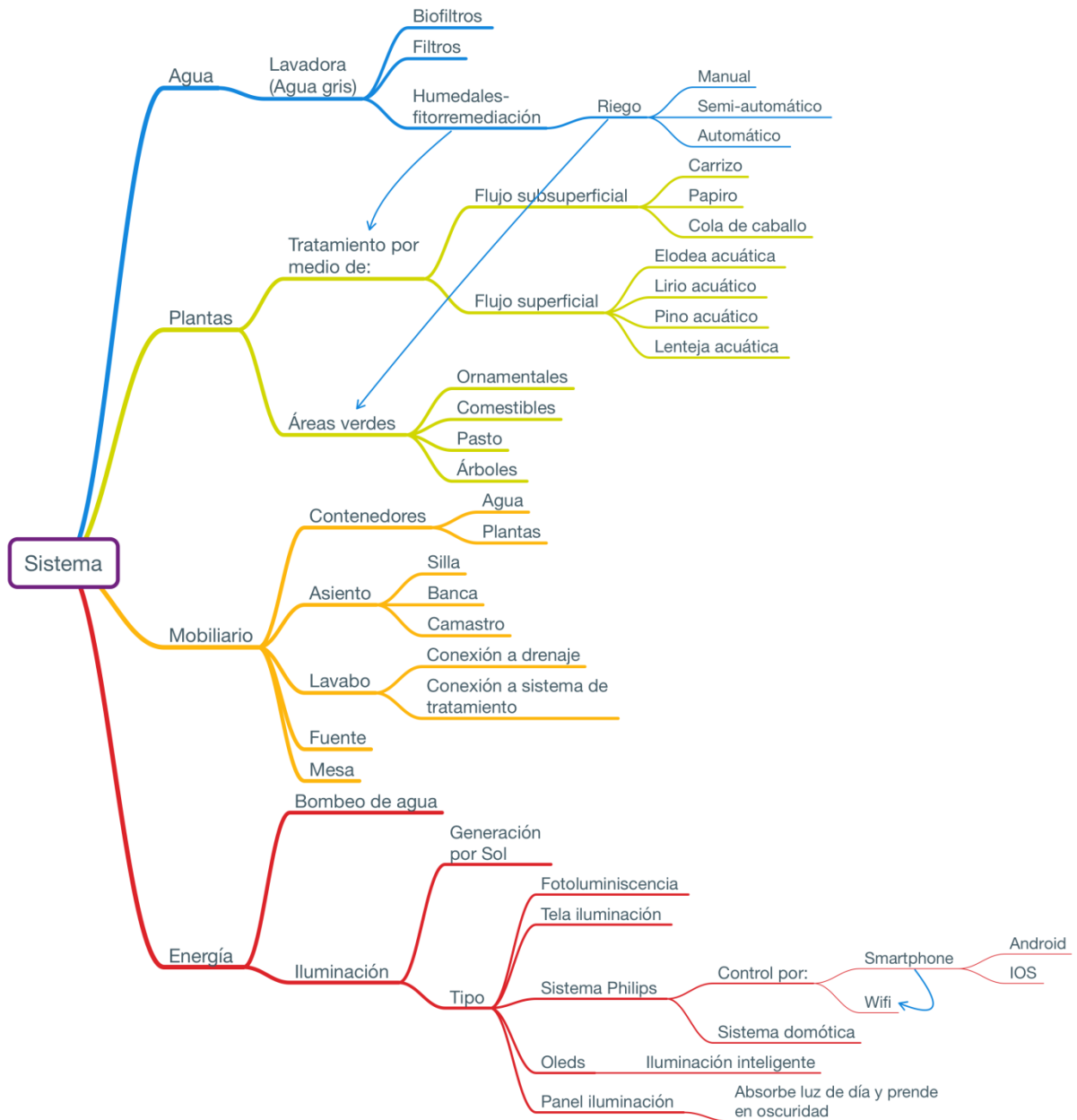


Ilustración 3-4. Posibilidades del sistema.

Algunas ideas que empezaron a surgir a partir de elementos básicos para el planteamiento del problema y el desarrollo de un producto, así como su viabilidad.

3.1 Administración, reutilización y optimización del agua



Conjuntar tecnologías innovadoras para hacer eficiente el sistema de reciclaje del agua y el riego.

La firma E.J. Krause de México en The GREEN (Global Resources Enviromental & Energy Network) Expo 2015 en septiembre de dicho año dió a conocer que es indispensable para el país el *fomento de la cultura del reciclaje*, pues solamente así podrá convertirse en una nación sustentable y amigable con el medio ambiente. Existen diversas convenciones que se están realizando a nivel internacional, sobre cuestiones ecológicas, pues en el último siglo la sobreexplotación de los recursos naturales es alarmante, de ahí que tengan que surgir diversas propuestas para mejorar y ayudar a la conservación el medio ambiente del lugar donde vivimos.

Ya que nos encontramos ante una escasez de agua potable en la ciudad de México, es proritario tener una adecuada administración del agua y reutilizarla en la medida de lo posible, pues de otro modo se está desaprovechando esté líquido en el hogar y no es utilizada al máximo de su capacidad.

El enfoque es en específico en el agua de la lavadora de uso convencional ya que actualmente gran parte de la población en el DF cuenta con una, además por cada ciclo de lavado se obtiene buena cantidad de agua.

La tecnología a utilizar para el reciclaje de agua de la lavadora será por medio de humedales y filtros naturales, copiando los modelos que se encuentran en diversos ecosistemas, pero bajo un entorno controlado de suministro de agua a partir de sistema semi-automático, con ello se estaría optimizando el sistema de agua en el riego.

El agua se va administrar en el tiempo que este en el humedal, acorde a las características básicas que se requiere para que el agua pueda ser purificada y posteriormente reutilizada en el riego del jardín, plantas y hasta árboles.

Con dichos elementos se se estaría optimizando y aprovechando el agua para generar más plantas, propiciar oxígeno al ambiente, promover tecnologías bioamigables, y de ésta forma se usando la ética profesional y principios de Diseño en el área de la permacultura.

3.1.1 Agua gris de la lavadora, características y cantidad de reúso

En el hogar están consideradas aguas grises aquella agua que ha sido el resultado del uso cotidiano en el lavabo, fregaderos, en tarjas de cocina, bañeras, lavavajillas y lavadoras. De las cuales ésta investigación se enfoca en el agua que se desecha de la lavadora, la cual, por medio de un sistema de limpieza será reutilizada en el hogar. Lo que se persigue es el mejoramiento enel uso eficiente del agua a partir de alargar el ciclo de vida útil de la misma dentro del domicilio, antes de que se combine con las aguas negras.

El agua a reutilizarse proviene de la lavadora debido a su factibilidad en la recolección, ya que por cada ciclo de lavado se obtiene una buena cantidad que oscila entre 110 y 210 litros de agua, lo que depende del tamaño de la lavadora.

Si una familia promedio cuenta con 5 integrantes estamos considerando que aproximadamente se utilicen 6 cargas de ropa, lo que nos da aproximadamente sacando el promedio 960 litros a la semana que podrá ser utilizado para el riego.

Con el fin de calcular la cantidad de aguas grises que se generan en la ciudad de México, se han realizado estudios de la distribución del uso del agua en el hogar.

Según la Comisión de Agua Potable (COAPAES), el consumo promedio de una familia de 5 miembros es de 1,500 litros diarios (300 litros por habitante) distribuidos de la siguiente manera: 70% en el baño, 15% lavadora, 13% cocina y limpieza, 2% agua para beber (CONAFOVI, 2005). De acuerdo a la información citada se toma esa meta del 15 % de la lavadora, para reciclar el agua y utilizarla principalmente para el riego de plantas. Ésto equivale aproximadamente a 45 litros por día, refiriéndonos a 2 cubetas de agua gris al día por persona. En los capítulos posteriores se ratificará dicha información, por medio de pruebas e información científica.

Esta información se comparo con el pago del agua y consumo de m³ considerando diferentes familias con 4 integrantes, de diversas áreas de la Ciudad de México y área conurbada como se muestra en la Tabla 5. Muestreo de consumo de agua en familias con 4 integrantes.

Tabla 5. Muestreo de consumo de agua en familias con 4 integrantes.

	Bimestre	Anual	Consumo al día por persona
Consumo mínimo	34m ³	204000 litros	142 litros al día
Consumo medio	42m ³	252000 litros	175 litros al día
Consumo máximo	54m ³	324000 litros	225 litros al día

El costo del agua por metro cubico es muy variado depende del tipo de servicio y zona.

Cabe mencionar que el consumo de agua depende de usos y costumbres, el tamaño de la casa, si cuentan con animales, jardín, entre otros parámetros.

Para determinar la cantidad de agua a reutilizarse de la lavadora en el siguiente capítulo se documentan pruebas y se certifica con más información la cantidad de litros que se estarían reciclando. Se determinará la relación entre la cantidad de integrantes en una familia y la cantidad de agua a reciclar.

Al realizar una investigación de tipo experimental se va a considerar la fluctuación del agua gris de la lavadora de una familia de 4 integrantes y a partir de ello se obtendrán los demás datos duros. Ésto para tener una referencia realista y replicable.

Es muy importante determinar la cantidad de agua a reutilizarse, ya que de ahí dependen las capacidades del producto que se desea realizar.

Es muy variable el lavado en el hogar, hay familias que lavan únicamente fines de semana, por no contar con tiempo entre semana, pero hay otras que lavan cada tercer día, esto constituye un punto digno de consideración puesto que si el lavado de ropa es solamente los fines de semana existirá una demanda fuerte de agua en esos dos días mientras que en toda la semana no.

Algunos datos importantes a determinar son:

El tiempo que puede permanecer el agua gris en el tratamiento del humedal o lirio, la cantidad mínima y máxima de días que debe durar el proceso del tratamiento.

Características del agua de la lavadora

Es un agua de tipo jabonosa preferentemente obtenida del uso de detergentes bajos en fósforos, que sean biodegradables y de preferencia ecológicos.

El cloro es un producto que no se debe de ocupar, ya que puede ocasionar daño a las plantas, en caso de utilizarse en el ciclo de lavado de ropa se requiere desaguarlo por el drenaje. El agua gris cuando se queda sin ningún tratamiento más de 24 horas produce olor desagradable y empieza a ser peligrosa, porque desarrolla bacterias.

Tipo de purificación necesaria para reutilizar el agua para riego de plantas.

Planeación para que los recursos necesarios se usen con un buen grado de eficiencia, en vista de que solamente así se podrá aumentar la comodidad y el abastecimiento de agua.

El líquido que se reutilizará proviene de agua contaminada, de ahí que tenga que ser purificada, pero esta no lleva el parámetro para que sea agua potable, por ello su uso principal será para el riego de las plantas y secundariamente será para el lavado de autos, patios, e incluso para el inodoro. Información que tiene que ir de acuerdo con las normas oficiales mexicanas ecológicas.

Tipos de lavadoras y litros por ciclo de lavado

Las lavadoras en México según su capacidad para lavado de ropa se miden en kilogramos, aunque depende de más factores.

Tabla 6 Tipos de Lavadoras

Lavadoras de acuerdo con su tipo
Impulsor máximo consumo de agua
Agitador consumo medio de agua
Tambor mínimo consumo agua

Lavadoras de acuerdo con su operación
Lavadoras manuales
Lavadoras semiautomáticas
Lavadoras automáticas

Lavadoras de acuerdo con su capacidad
Menores de 4kg de ropa
De 4 a 6 kg de ropa
De 6 a 8 kg de ropa
De 8 a 10 kg de ropa
De 11 a 12 kg de ropa
De 13 a 14kg de ropa

Se ha hecho la consideración de lavadoras solamente automáticas ya que el mercado al que está dirigido el proyecto son las que se usan.

Se evaluó la capacidad máxima de carga de ropa para convenir el tipo de lavadora adquirir; Si por lo regular se lava la ropa de cinco personas, entonces lo mejor es que elija una de gran capacidad, por ejemplo de 10kg. En el caso de un hogar de dos personas es recomendable comprar una lavadora de 4 ó 5 kg de ropa.

3.2 Humedal artificial y mobiliario para el jardín



Buscar y relacionar tecnologías innovadoras que permitan desarrollar un sistema adecuado en la recolección del agua, su purificación e implementación para conseguir un óptimo y efectivo uso en el uso del agua.

Buscar cultivar y cuidar la mayor cantidad de áreas verdes domésticas con la menor cantidad de agua potable.

El objetivo principal es que a partir del agua de la lavadora se reutilice para el riego de las plantas y así generar más oxígeno y reutilizar el agua, por tal motivo el sistema de humedal es óptimo porque al tratar el agua se está reutilizando en las plantas por medio de la fitorremediación, sobre todo de aquellas que son óptimas para éste proceso y el agua sobrante puede utilizarse para el riego de diversas plantas, entre otras.

Se plantea vincular el humedal artificial y adaptarse al mobiliario que además cumpla con una función decorativa y cuyo diseñado se adapte a un área de estar donde los usuarios

puedan descansar o simplemente convivir, otorgándole un *paisajismo* al hogar ya sea en la terraza, patio, azotea ó jardín.

Las plantas no sólo sirven de adorno, sino que pueden colaborar en el ahorro de energía, en el reciclaje del agua, y en la producción de oxígeno para el medio ambiente, además de ayudar en aspectos de climatización para el hogar.

La vegetación a seleccionar será a partir de las que se encuentran en México, especialmente en el Distrito Federal. De ésta selección se harán una serie de pruebas para observar su viabilidad en éste proceso.

Además en este humedal artificial se estaría haciendo uso de fitorremediación, de biotecnología, biofiltros, con principios de permacultura y ecotécnicas.

3.2.1 Características de fitorremediación y humedales que se va a utilizar

Factores incidentes

El líquido a reciclar consta de agua gris producto del uso en una lavadora doméstica, que puede contener colorantes, perfumes además de jabón.

Las características del agua de la lavadora consisten en ser: “agua jabonosa”, que puede contener tensoactivos “son moléculas orgánicas grandes que se componen de un grupo fuertemente hidrofóbico (insoluble en el agua) y uno fuertemente hidrofílico (soluble en agua)” (Crites & Tchobanoglous, 2000), dichos tensoactivos son los causantes de que aparezcan espumas en el tratamiento del agua y en la superficie.

Por tal motivo se recomienda el uso de detergentes biodegradables en el proceso de lavado de ropa, para un óptimo aprovechamiento del humedal y la efectividad de tecnologías dóciles con el medio ambiente.

En el siguiente capítulo se verá el muestreo que se realizó con el objeto de instalar un humedal para analizar su comportamiento ante el tratamiento de agua gris.

Dentro de lo que se tomará en cuenta:

- Sustrato

- Vegetación a implantar

- Condiciones ecológicas de la zona (temperatura, humedad)

- Parámetros de diseño

Tiempo de retención hidráulica

Profundidad

Figura geométrica

Dimensiones

Carga admisible de otros contaminantes

Fluctuaciones de carga hidráulica

Como referencia para realizar un humedal se analizará el tipo de plantas, el espacio físico, y los medios filtrantes.

Los humedales dependiendo de su forma y el tipo de plantas tienen diferentes condicionantes, lo cual se ejemplifica en la siguiente Ilustración 3-5 Tipos de humedales.

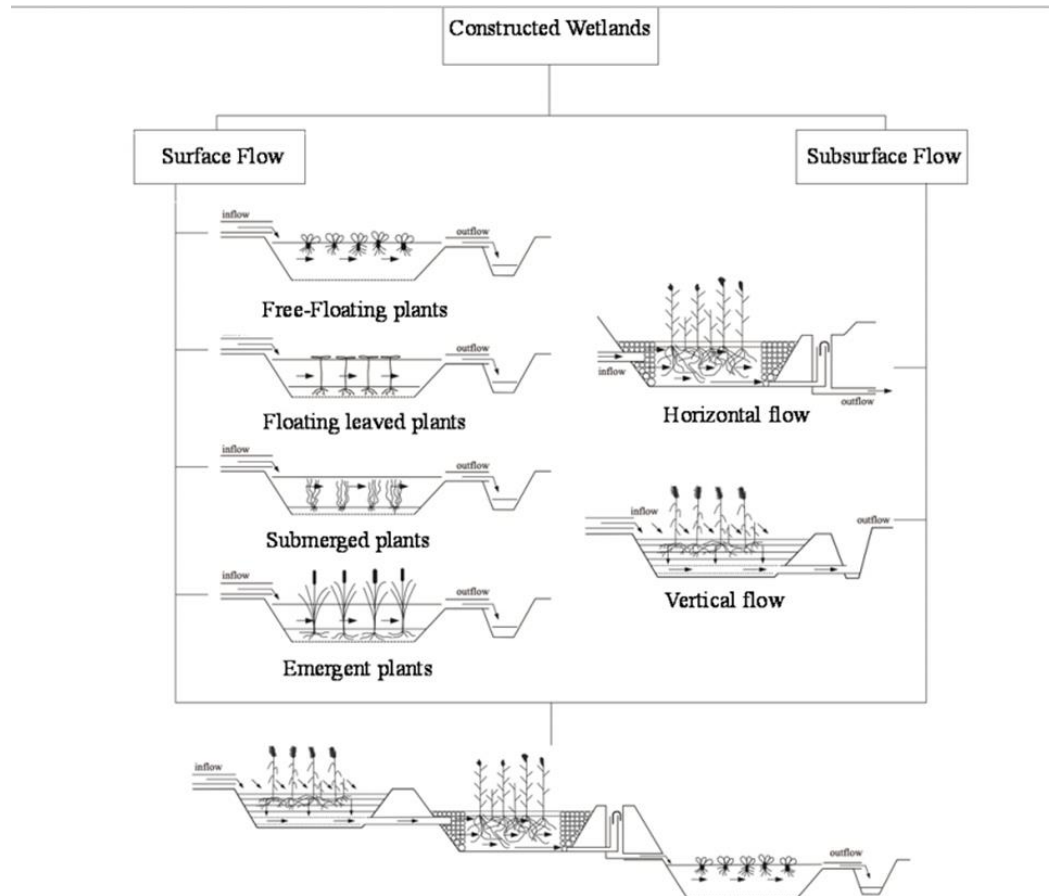


Ilustración 3-5 Tipos de humedales
(Kadlec, H., & Knight, Treatment wetlands, 1996)

3.2.2 Plantas

La vegetación que se ha seleccionaron para el tratamiento de agua de la lavadora por medio de fitorremediación-humedales, se consideraron que fueran plantas que se encontraran en la ciudad de México de una manera fácil.

Las plantas que se seleccionaron son: papiro, cola de caballo y carrizo

Flotación: elodea acuática, lenteja acuática, pino acuático, lirio acuático

Nombre común: Papiro enano

Nombre científico: ***Cyperus haspan***

Familia: Cyperaceae

Nombre común: Cola de caballo

Nombre científico: Equisetum hyemale

Familia: Equisetaceae

Planta: Pteridofitos (helechos)

Nombre común: Carrizo

Nombre científico: Phragmites australis

Familia: Gramíneas

Plantas: emergentes

Nombre común: Elodea acuática

Nombre científico: ***Elodea canadensis*, *Egeria densa***

Planta oxigenadora

Plantas sumergidas

Nombre común: Lenteja acuática

Nombre científico: Lemma minor

Familia: Lemnaceae

Planta: Libre flotación

Nombre común: Pino acuático

Nombre científico: Myriophyllum hippuroides.

Plantas: flotante

Nombre común: Lirio acuático

Nombre científico: *Eichhornia crassipes*

Familia: Pontederiaceae

Plantas: libre flotación

Antes de realizar el humedal con estas plantas se realizó por algún tiempo el observar su comportamiento.

Humedal de flujo subsuperficial horizontal para papiro, cola de caballo y carrizo

Humedal de flujo superficial lirio acuático, pino acuático, lenteja de agua y elodea acuática.

El papiro demostró, a lo largo de las pruebas, ser una especie apta como “sistema de macrófitas enraizadas en el humedal” (Hammel, 2003), presentó un buen crecimiento, resistencia a plagas y una adecuada adaptabilidad a las condiciones climáticas imperantes en el área central del país. Cabe mencionar que es una planta que requiere de bastante agua.

La especie *Cyperus papyrus*, conocida popularmente como “papiro”, presenta ciertas características que le permiten tener un buen desempeño como macrófita enraizada, al ser perenne, poseer grandes rizomas, y espigas cilíndricas, tolerar temperaturas de 20 a 33°C y pH entre 6 y 8, entre otras; además de su capacidad para soportar altos niveles de insolación y su adaptabilidad a suelos arenosos altamente húmedos (Hammel, 2003).

3.3 Uso eficiente de energía



Encontrar la manera de incorporar tecnologías dentro de un sistema cuyo consumo de energía se pueda resolver sin afectar al medio ambiente, aprovechando las energías alternativas e insumos naturales.

Es de suma importancia la energía solar para el crecimiento de las plantas y el proceso fotosintético. Existen varias formas de encontrar una fuente de energía sustentable, como lo son, el agua, viento, sol. Donde se encuentra la complicación es en capturarla, transportarla y almacenarla. La vía más viable para este proyecto es energía a partir del sol. Para ello se está tomando en cuenta utilizar energía a partir del sol por medio de celdas solares, con una iluminación de mínimo consumo para ambientar el lugar y hacer más eficiente el sistema.

Aunque todavía sigue siendo costosa, éste tipo de tecnología ya se empieza a aportar avances significativos en cuanto a su eficiencia y costo-beneficio.

3.3.1 Eficiencia en agua, energía e iluminación

Diseño sostenible

La permacultura constituye un sistema proyectado sosteniblemente que integra armónicamente la vivienda y el paisaje, ahorra materiales y produce menos desechos, a la vez que ayuda a la conservación de los recursos naturales (Bill Mollison es considerado padre de la permacultura) ésta práctica se basa en el diseño de hábitats humanos sostenibles e imita las relaciones encontradas en los patrones de la naturaleza. Es un término genérico que engloba la aplicación de éticas y principios de diseño universales en planificación, desarrollo, mantenimiento, organización y la preservación de hábitats aptos para sostener la vida en el futuro.

La Cumbre de la Tierra en 1992 en Río de Janeiro consolidó una estrategia mundial del desarrollo sostenible para el uso racional a largo plazo de los recursos no renovables del planeta y la preservación del medio ambiente, amenazado por la contaminación global y el previsible cambio climático, abordado en el Convenio de Kioto.

El desarrollo sostenible se fundamenta en la preservación del ciclo ecológico de los recursos naturales, con el fin de evitar su alteración por la creciente extracción de recursos y el consumo reducido de recursos para preservarlos, como lo son el agua y la energía.

Al momento de automatizar éste sistema se puede mejorar la productividad, ayudando el medio ambiente, de ahí que se considere la utilización de energías renovables como es la fotovoltaica.

Se debe tener en cuenta que para el crecimiento de las plantas es necesario del sol, las plantas seleccionadas pueden estar expuestas directamente al sol, sin tener ningún problema en tanto que algunas otras se desarrollan mejor bajo sombra para que su color no se haga amarillento, aunque cabe destacar, que a pesar de las variables en la exposición solar, ninguna de las plantas utilizadas en las pruebas realizadas murió por insolación.

Como consideración, se toma en importancia el tratamiento de aguas grises con energías renovables en la era de las redes inteligentes mediante las cadenas de valor.

Tomando en cuenta:

Variables e interconexión

Energía y medio ambiente

Agua y medio ambiente

Energía, agua, plantas nos lleva a la sustentabilidad

Sustentabilidad, gobernanza (políticas públicas en materia ambiental) y competitividad.

Automatización y ahorro de energía para la mejora en la productividad.

Uso eficiente del agua en el hogar.

Eficiencia y medio ambiente.

Sustentabilidad urbana.

Para mejorar la calidad de los ambientes iluminados, la iluminación artificial debe proyectarse con el fin de alcanzar una aceptable eficacia visual dentro de los escenarios iluminados, y organizar ambientes con buen confort visual (Manuel Martín Monroy, 2003 y 2006). Se considera de luz artificial para ambientar el espacio, pero se prefiere que sea iluminación con mínimo de consumo de KW.

Se considera calidad ambiental a las condiciones del entorno natural en el cual se desarrolla la vida humana, en armonía con el medio ambiente natural (Manuel Martín Monroy, 2003 y 2006). De ahí que se parta de en la interacción del agua, plantas y energía para lograr una eficiencia para favorecer el medio ambiente.

4 Desarrollo y análisis de pruebas para el sistema tecnológico de reciclaje de agua de lavadora

En ésta parte se realizarán diversas pruebas de tipo *EXPERIMENTAL* para poder así realizar un diseño óptimo, con características específicas para el reciclaje de agua gris de la lavadora.

Desarrollo y análisis de la captación de agua gris de la lavadora.

Para determinar la cantidad de agua a reutilizarse, el programa se dividió en tres fases:

1. Prueba de cantidad de agua en una lavadora de 10 kg, con el objeto de identificar la cantidad de agua que se puede reutilizar en un ciclo de lavado completo.
También se obtuvieron datos por semana del consumo de agua según la cantidad de cargas.
2. A partir de la información del laboratorio en Profeco de las lavadoras según su capacidad de carga y su consumo de agua en litros. También se estimaron datos semanales del consumo de agua según la cantidad de cargas.
3. Se indujo la cantidad de agua que puede ser reutilizable según las pruebas e información del laboratorio de Profeco, comparándola con la cantidad de contenedores (tinacos) de tipo comercial que se ahorraría por semana, según la cantidad de lavado y personas por familia.

Pruebas de comportamiento de diversas plantas ante la fitorremediación por medio de humedales.

1. Consumo de agua en algunas plantas que se utilizarán para los humedales.
2. Vegetación seleccionada para humedal subsuperficial y los elementos a utilizar.
3. Vegetación seleccionada para humedal de flujo superficial

Pruebas químicas, físicas y biológicas de humedales.

1. Tipos de jabón a utilizar
2. Programación para ingreso de agua gris, salida y pruebas.
 - a. Pruebas en agua gris
 - b. Pruebas en humedal subsuperficial
 - c. Pruebas en humedal de flujo superficial de lirio
 - d. Pruebas de humedal subsuperficial con el de flujo superficial

3. Interpretación de los datos recolectados según las pruebas de laboratorio y parámetros a analizar.

4.1 Desarrollo y análisis de la captación de agua gris de la lavadora.

Cantidad de agua a recolectar utilizando como muestra una lavadora automática, comparándola con información de PROFECO de diversos modelos nacionales y de importación.

1 Experimentación para determinar la cantidad de agua que se puede recuperar a partir de la lavadora. Dicha prueba tiene como fin determinar la cantidad de agua gris que se genera en una lavadora convencional con capacidad de 10 kg de ropa. Ésta tiene sus variables de acuerdo a los modelos.

Cabe mencionar que se tomó en cuenta la cantidad de ropa real que se limpia en la lavadora y sus ciclos. Ésto depende del tamaño voluminoso de las prendas y tipos de tela, algunas tienen un grado mayor de absorción, lo puede generar una variación en los litros de agua que se obtiene.

El lavado por lo general consta de 2 ciclos en el cual se utiliza dos llenados completos de agua limpia a la lavadora por lo tanto son dos desagües, esto es sin tomar en cuenta un prelavado.

Cada vez que uno hecha a lavar la ropa se utiliza un ciclo de lavado completo que consta de las siguientes etapas:

1era parte

- Ropa
- Llenado de agua
- Se agrega jabón
- Movimiento de ropa con agua
- Desagüe del agua

2da parte

- Llenado de agua
- Enjuague de ropa
- Centrifugado

Obtención de agua a partir de una lavadora de tipo agitador

Lavadora Kenmore 80 Series

Mod. 110. 20802990

Para 10 kg

Se utilizó la misma báscula para pesar tanto el agua como la ropa, de ahí se determinó el siguiente proceso:

$$1 \text{ lt de agua} = 0.960 \text{ kg}$$

rs = peso de ropa

rm = peso de ropa mojada con centrifugado

y = cantidad de litros que se agrega a la lavadora

pn= peso total agua agregada

pa = peso del agua que absorbió la ropa

$$pn = \frac{y * 0.960 \text{ kg}}{1 \text{ lt}}$$

$$pa = rm - rs$$

$$\text{Litros recuperables x ciclo} = \frac{(pn - pa) * 1 \text{ lt}}{0.960 \text{ kg}}$$

$$\text{Litros recuperables x ciclo} = \frac{(y * 0.960 \text{ kg.}) - (rm - rs) * 1 \text{ lt} / 0.960 \text{ kg}}{1 \text{ lt.}}$$

A partir de esta fórmula se obtuvieron los siguientes datos

Tabla 7 Cantidad de agua que se utiliza en la lavadora Kenmore 80 Series.

Caso	Ciclo	Peso de ropa	Lt. Agua que se utiliza para lavadora	Lt. Agua que absorbe la ropa	Lt. Agua que se puede reutilizar	Lt. Netos recuperables x carga de lavadora
A	1	3950 kg	62,260 lt	3,281 lt	58,979	117, 958 lt
	2		58,979 lt		58,979	

B	1	4200 kg	61,200 lt	3,481 lt	57,719	115, 438 lt
	2		57,719 lt		57,719	
C	1	1900 kg	60,720 lt	563 lt	60,157	120,314 lt
	2		60,157		60,157	

A. Toallas, y ropa variada

B. Ropa variada

C. Solo un edredón se metió en la lavadora.

La absorción del agua en la ropa depende del material del que esta fabricada cada prenda.

La conclusión del ejercicio es que para una lavadora que de 10kg no se puede meter esa cantidad de ropa, porque se forza el lavado por lo cual le cabe una mayor cantidad de agua. También es importante analizar el volumen porque en ocasiones como lo es un edredón, el cual ocupa mucho espacio pero con menor peso.

Aunque también es posible poder lavar hasta 3kg más de ropa en el caso A y B, pero por su eficiencia de lavado se procura no hacerse. Es mejor introducir holgadamente la ropa en la lavadora. La ropa apretada disminuye la eficiencia del lavado y demanda un mayor esfuerzo del motor de la lavadora.

Tabla 8 Cantidad de agua que se puede reutilizar en modelo Kenmore 80 series.

	Agua recuperable	3 Cargas semana	4 Cargas semana	5 Cargas semana	6 Cargas semana	7 Cargas semana
A	117.958 lt	353.874 lt	471.832 lt	589.791 lt	707.748 lt	825.706 lt
B	115.438 lt	346.314 lt	461.752 lt	577.190 lt	692.628 lt	808.066 lt
C	120.314 lt	360.942 lt	481.256 lt	601.570 lt	721.884 lt	842.198 lt
Promedio	117.903 lt	353.709 lt	471.612 lt	589.515 lt	707.418 lt	825.321 lt

2 Recolección de información a partir del laboratorio de pruebas de especialistas de Profeco sobre diferentes lavadoras nacionales y de importación del año 2003, 2007 y

2012 y el consumo de agua por ciclo, su capacidad y tipo de maquinaria, considerando solamente las lavadoras de tipo automático.

Laboratorio de Profeco, “Lavadoras de ropa automática”

Ficha técnica:

Periodo de análisis: 10 de enero a 23 de febrero de 2007

Periodo de muestreo: 8 de enero a 16 de febrero de 2007

Laboratorio de pruebas de PROFECO se dedicaron a la tarea de analizar 64 modelos de lavadoras nacionales y de importación “Calidad de lavadoras” Año 2012, rc 291.

Tabla 9 Capacidad de carga y consumo de agua en lavadoras Automáticas que existen en México

Automáticas tipo agitador				
Marca	Modelo	Capacidad de carga indicada	Consumo de agua	Carga recomendada
Whirlpool Gold	GSX9885 Catalyst	11 kg	174 lt	
Acros	ALA 7723 HQO	7kg	159 lt	
Whirlpool Gold	7MGSW9545JQO	11 kg	133 lt	
Easy General	LEA 12500 LM ID System	12 kg	172 lt	
Electric	TL 105 LM ID System	10.5 kg	155 lt	
Easy General	LEA 10500 B	10 kg	165 lt	
Electric	TL 160 B	10 kg	166 lt	
Whirlpool	WLA 8444 JQO	7 kg	145 lt	
Whirlpool	WLA 9444	7 kg	142 lt	
Acros	ALE 3202 JQO	6 kg	158 lt	
Blue point	LB 2783 AEB1	7 kg	169 lt	
Whirlpool	7MLSR7533	11 kg	180 lt	
Easy	LEA 6000B	6 kg	138 lt	
Whirlpool	7MLSQ8000	11 kg	176 lt	
Admiral	LNC 6762A71	9.5 kg	176 lt	
Estate	ELA8624FQO	7 kg	140 lt	
Maytag	Atlantis MAV 8600 AWW	9.5 kg	147 lt	
Magic Chef	CAV 4000 AWW	9.5 kg	172 lt	
Blue Point	LB 2472 DEBI	7 kg	170 lt	
General				
Electric	TL 80 B	8kg	137 lt	
Maytag	Performa PAV 2300 AWW	9.5 kg	136 lt	
Ultraclean	LA 2410	8 kg	140 lt	

Frigidaire	GLTF2940ES	14 kg	163 lt	5.5 kg
Mabe	LMA1383PB	13 kg	218 lt	5.3 kg
Whirlpool	7MWT74500SQ	10 kg	146 lt	4.5 kg
Koblenz	LAK912R	9 kg	145 lt	4.2 kg
Koblenz	LAK910	9 kg	150 lt	4.2 kg
Easy	LAE11040PB	11 kg	210 lt	5.7 kg
Easy	LIE12400PB	12 kg	196 lt	5.9 kg
Whirlpool	7MWT96760SW	12 kg	185 lt	5.4 kg
Koblenz	LAS1210I	12 kg	179 lt	5.7 kg
Maytag	MAV5920EWW	12 kg	157 lt	6.0 kg
Automáticas tipo impulsor				
Marca	Modelo	Capacidad de carga indicada	Consumo de agua	Carga recomendada
Samsung	WA 1646 DO	14 kg	210 lt	
Samsung	WA 1635 DO	14 kg	195 lt	
LG	WFT 1135 TP3	11 kg	141 lt	
Samsung	WA 1346 DO	11 kg	190 lt	
LG	WFT 1105TP3	11 kg	142 lt	
LG	WF-T 1325 TP3	12.5 kg	141 lt	
Daewoo	DWF 200 M	11 kg	168 lt	
Blue Point	BPL 9100 FB	9 kg	202 lt	
Blue Point	BPL 6600 FB	6.5 kg	150 lt	
Samsung	WA14L5W	12.5 kg	216 lt	5.5 kg
Daewoo	DWF-260NS	13 kg	205 lt	5.5 kg
LG	WF-S1061TP	10 kg	176 lt	5.0 kg
Samsung	WA11D3	10.5 kg	257 lt	4.9 kg
Automáticas tipo tambor				
Marca	Modelo	Capacidad de carga indicada	Consumo de agua	Carga recomendada
Maytag	Neptune MAH 7500 AWW	10 kg	60 lt	
Maytag	Neptune MAH 5500 BWW	10 kg	68 lt	
Maytag	Neptune MAH 4000 AWW	10 kg	60 lt	
Maytag	MAH5500BWW	10 kg	73 lt	4.8 kg
Frigidaire	GLTF2940ES	14 kg	107 lt	5.5 kg
Samsung	WF316LAS	14 kg	85 lt	5.9 kg
GE	WGFL1226FWW	12 kg	79 lt	5.9 kg
LG	WD-12270BD	12 kg	108 lt	6.4 kg
Whirlpool	7MGHW0150	12 kg	82 lt	5.9 kg
Daewoo	DWC-ED1212	12 kg	62 lt	5.1 kg
Automáticas tipo tambor vertical				
LG	WT R1172 TP Direct drive	11 kg	152 lt	
LG	WTR 1375 TP Direct drive	12.5 kg	151 lt	

Es un resumen de datos entre la capacidad de carga y los posibles litros de agua a reutilizar.

Tabla 10 Lavadoras tipo agitador y tipo impulsor, su consumo de agua a la semana según la cantidad de carga de lavado.

Lavadoras de acuerdo con su capacidad	Consumo agua x ciclo	3 Cargas semana (litros)	4 Cargas semana (litros)	5 Cargas semana (litros)	6 Cargas semana (litros)	7 Cargas semana (litros)
De 4 a 6 kg de ropa	x-158	474	632	790	948	1106
De 6 a 8 kg de ropa	138-170	414-510	552-680	690-850	828-1020	966-1190
De 8 a 10 kg de ropa	136-176	408-528	544-704	680-880	816-1056	952-1232
De 11 a 12 kg de ropa	133-210	399-630	532-840	665-1050	798-1260	931-1470
De 13 a 14kg de ropa	163-257	489-771	652-1028	815-1285	878-1542	1141-1799

Las lavadoras de tambor son las que utilizan menos agua, pero son las menos comerciales y se encuentra menos variedad de ella en el mercado. La cantidad de agua que utilizan éstas lavadoras no se tomaron en cuenta en la tabla puesto que por lo general consumen la mitad de agua de las de tipo agitador.

Éstos datos han sido útiles para determinar la cantidad de agua se puede reutilizar eficazmente.

3 Dependiendo de la cantidad de integrantes en el hogar y el tipo de lavadora se determinó la cantidad de agua a obtener y de ahí que se consideró un análisis comparativo de la cantidad de agua a reutilizarse con respecto a los contenedores comerciales para obtener un referente real.

Tabla 11 Medidas y capacidad estándar de tinacos rotoplas.

Sistema Bicapa (negro) y Tricapa (arena)		
Equipados con: filtro, multiconector, válvula flotador, jarro de aire.		
Capacidad	Diámetro	Altura
450L	.85m	.99m
750L	1.10m	1.02m
1100L	1.10m	1.39m
2500L	1.55m	1.60m

La capacidad de contenedores comerciales marca Rotoplas se hizo con el fin de relacionar el consumo del agua de la lavadora con la cantidad de contenedores que se estaría ahorrando por semana. Con ello se ha determinado que a la semana se estaría reutilizando un tinaco de agua de alrededor de 750 litros. Éste ahorro de agua se calculó tomando en cuenta una familia de 4 integrantes, considerando una lavadora de 10kg y utilizando de 4 a 5 cargas a la semana. Todo lo anterior depende de la cantidad de lavado de ropa que se realice a la semana, también depende del modelo de la lavadora puesto que cada modelo tiene un consumo específico de agua. Ésta información es sacada respecto a datos de la Profeco. Pero si se considera 6 o 7 cargas a la semana de ropa ya se considera un ahorro de agua de un contenedor más grande que el de 1100 litros. Tomando en cuenta la lavadora en la cual se hicieron las pruebas marca Kenmore 80 serie y modelo 110. 20802990. Estamos hablando que el consumo de agua para 4 integrantes utilizando de 4 a 5 cargas por semana se calcula entre 470 a 590 litros semanales, lo que se propone un ahorrando de agua del 62 al 80% de la capacidad del contenedor de 750 litros.

En el caso de lavar ropa para dos personas se recomienda comprar una de menor tamaño tal vez una de 5 kg. Con lo cual se habla de un ahorro de menos de un tinaco de 450 litros.

Tomando en cuenta que depende de la temporada del año la cantidad de ropa que se lava, por ejemplo en tiempo de frío se utilizan más cobertores, lo que ocasiona que se lave más, también el cálculo varía dependiendo de si en la casa hay niños o si se cuenta con persianas o cortinas. Otro dato a considerar es que los cobertores y edredones suelen enviarse a lavanderías especializadas.



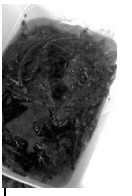

4.2 Pruebas de comportamiento de diversas plantas ante la fitorremediación por medio de humedales.


Experimentación sobre humedales artificiales, las plantas que se seleccionaron se encontraron en la Ciudad de México. Éstas pruebas se realizaron con el fin de analizar la viabilidad de los humedales de flujo superficial y flujo subsuperficial respecto con las plantas.

1 Antes de realizar el humedal se seleccionaron varias plantas para ver su consumo de agua y así podernos dar una idea. Se seleccionó 4 de ellas se pueden utilizar en el proceso de fitorremediación en humedales artificiales:

- planta de libre flotación: lirio acuático
- macrófita sumergida: elodea acuática
- macrófita flotante: pino acuático
- macrófita emergente: cola de caballo, bambú
- planta aromática: menta

Tabla 12. Prueba de 5 días de consumo de agua en plantas.

		Horario	Foto	Peso planta	Cant. de agua agregada	Peso planta c/agua	Características del día	Consumo de agua/ evaporación
Lirio acuático	Martes	02:30 p.m.		110 gr	1.5 lt	1.6 kg	Con sol sin estar tan caluroso	403 ml (26%)
		05:00 p.m.				1.6 kg		
	Jue	08:00 a.m.				1.5 kg		
	Vie	02:30 p.m.				1.4 kg	Muy soleado	
	Dom	02:30 p.m.				1.2 kg		
Menta	Martes	02:30 p.m.		500 gr	500 ml	990 gr	Con sol sin estar tan caluroso	214 ml (42%)
		05:00 p.m.				990 gr		
	Jue	08:00 a.m.				880 gr		
	Vie	02:30 p.m.				840 gr	Muy soleado	
	Dom	02:30 p.m.				780 gr		
Elodea acuática	Martes	02:30 p.m.		90 gr	700ml	780 gr	Con sol sin estar tan caluroso	284ml (40%)
		05:00 p.m.				780 gr		
	Jue	08:00 a.m.				680 gr		
	Vie	02:30 p.m.				620 gr	Muy soleado	
	Dom	02:30 p.m.				500 gr		
Pino acuático y bambú	Martes	02:30 p.m.		160gr.	700 ml	860 gr.	Con sol sin estar tan caluroso	400ml (57%)
		05:00 p.m.				860 gr.		
	Jue	08:00 a.m.				740 gr		
	Vie	02:30 p.m.				610 gr	Muy soleado	
	Dom	02:30 p.m.				460 gr		

Cola de caballo	Ma	02:30 p.m.		3.2 kg	1.4 litros		Con sol sin estar tan caluroso	1210 ml
	sab	12:00 p.m.		3.2 kg	se encuentra muy húmedo 3.4kg			

Cabe aclarar que en el muestreo de la tabla anterior el consumo de agua fué de medido a un clima cálido en la ciudad de México; así mismo se debe considerar el material plástico de los recipientes, así como el grosor y color, ya que algunos eran transparentes y estuvieron además expuesto directamente al sol desde que amanecía hasta que oscurecía, por tanto se estimó un mayor consumo de agua. La variación va directamente relacionada con el clima, el tipo de recipiente y el tiempo de exposición al sol.

Una de las plantas que se seleccionó para realizar pruebas posteriores para el humedal es el lirio, en el cual se registró un consumo del 93 % del agua para el riego a los dos días, a los tres días del 87% y a los cinco días el 74%. El recipiente de plástico muy delgado, al estar todo el día en el sol, junto con el agua se calentó produciendo una mayor evaporación.

Humedales artificiales.

Los sistemas de humedal artificial deben diseñarse y construirse de modo que se mezclen con la vegetación y los jardines de la casa

Para ello se diseñó un sistema que filtrase naturalmente las aguas usadas mientras que sea aprovechada la capacidad de asimilación de las plantas, evitando que se produzcan lodos contaminados.

Un humedal artificial es un lecho de piedra nivelada con agua por debajo de la superficie, en el que crecen plantas acuáticas se quitan nutrientes, materia orgánica, sólidos en suspensión y patógenos.

Un sistema de humedal artificial para el tratamiento doméstico de aguas grises se diseña imitando los procesos de tratamiento de los humedales que ocurren naturalmente. Éste sistema utiliza plantas y microbios para mejorar la calidad de las aguas negras, en el caso de que el agua sea gris. Los humedales naturales por lo general tienen agua visible en el sistema, sin embargo, en los de casa el agua corre por debajo de la superficie del suelo,

lo que limita el contacto de los residentes con las aguas grises. En el caso de humedal de libre flotación sí es posible ver el agua.

Un humedal diseñado para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración es un sistema construido que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas grises antes de que desemboquen a algún otro lugar. Típicamente las aguas grises contienen nitratos, fosfatos, jabones, sal, bacterias, espumas, partículas de alimento, materia orgánica, sólidos suspendidos, perfumes y colorantes (Yocum, 2006). A partir de ésto se consideró el realizar un humedal subsuperficial para muestreo y humedal de flujo superficial en recipientes que contuviesen plantas con libre flotación sumergidas para poder determinar su crecimiento, estética, funcionalidad.

Es importante mencionar que tanto el humedal como las plantas que se seleccionaron para el tratamiento fueron regadas con agua potable, agua de la lavadora con diferentes jabones (sensacional o Arm&Hammer) y agua de la lavadora con Biosfera 4SAVE. Se notó que el crecimiento de las plantas tanto de los humedales como de las de los jardines plantas que se regaron fueron más favorecedoras con el agua de la lavadora, la cual fungió como un abono orgánico.

En 3 años de experimentación en los humedales se realizó lo siguiente:

En una temporada se concretaron pruebas controladas con riego constante (agua potable, agua jabonosa) y en otro tiempo se registraron datos sometiendo al ecosistema a un descuido premeditado, con el fin de determinar su viabilidad y la demanda de cuidados necesarios. Resultado de ello se observó que para un hogar de la Ciudad México en donde el ritmo de vida es muy acelerado, es factible sobre todo al automatizar ciertas partes.

La vegetación seleccionada se encontró en el mercado de plantas de Xochimilco aunque varias de ellas se pueden encontrar en diversos viveros de la ciudad de México.

2 Humedal de flujo subsuperficial y elementos seleccionados.

Las plantas papiro, carrizo y cola de caballo están en un contenedor con arena, poco de tierra (es la que traía la planta), piedra de tezontle de diferentes tamaños y se agrega constantemente agua de la lavadora.

Capacidad del humedal

Es un recipiente con capacidad para 110 litros con las siguientes dimensiones diámetro de 51 cm en la base, en la parte superior 66 cm de diámetro y 42 cm de altura. Después de 3 años de tener plantas y observar un constante crecimiento de las raíces

por todo el pequeño humedal abastecido con los 50 litros de agua de lavadora cada que el humedal se encontraba completamente sin agua.

El pequeño humedal tuvo una plaga de hormigas en un lapso que no se regó, estos insectos se propagan rápidamente y ocasionaron que se empezara a secar las plantas pues invaden las raíces, afectándolas. Se volvió a regar como se acostumbraba y volvió a salir más brotes de plantas. Cabe mencionar que en toda la colonia hubo una plaga de hormigas y se fumigó en la zona residencial. Las piedras de tezontle constan de un material que absorbe el agua, lo cual es útil puesto que cuando permanece



Ilustración 4-1. Elementos para realizar el pequeño humedal subsuperficial.

sin regarse el humedal, la piedra ayuda a mantener la humedad, lo cual hace que resista más tiempo sin agua, ésta información es útil de por sí en algún momento los habitantes de la casa receptora del ECOW salen de vacaciones por algunas semanas. Se registró en varias ocasiones, más de un mes sin regar el humedal, sin que ello provocase ningún deterioro de consideración en el ecosistema.

Se recomienda realizar un proceso de poda para las plantas del humedal utilizando unas tijeras sencillas, sobre todo con el papiro.

El agua debe permanecer en el sistema un promedio de 2-10 días (Jenkins, 2005) para permitir el tratamiento efectivo por parte de las plantas.

Cabe mencionar que no se observó la creación de mosquitos por el simple hecho que el agua está por debajo de las piedras y además no genera olores desagradables pues desde que ingresa al humedal comienza un proceso de tratamiento en el agua gris.

En un humedal subsuperficial como éste, se puede observar en los primeros tres meses la filtración predominantemente de tipo físico, debido a la arena y las piedras, pero pasando dicho tiempo las raíces de las plantas maduran y hacen la remoción de contaminantes, lo que conlleva a una biofiltración por medio de las plantas y el medio filtrante.



1. Primeras plantas que se colocaron
2. Tres años después
3. Proceso de la raíz

Humedal subsuperficial

Ilustración 4-2 Proceso de crecimiento del humedal.

3 Humedal de flujo superficial.

Plantas que habitan en un humedal de flujo superficial. Estas plantas durante un largo tiempo fueron regadas con agua gris de la lavadora y con agua potable para analizar la viabilidad del proceso, su apariencia estética y su comportamiento.

Pino acuático.- planta que por una parte se encuentra sumergida mientras que la otra es exterior, es una planta de agradable apariencia, pero que requiere de mayores cuidados que el lirio, por tanto, es menos resistente y se secó.

Elodea acuática.- planta sumergida, con demasiada exposición a los rayos solares su tono verde oscuro se tornó amarillento, dicha planta al permanecer sumergida no es muy visible por lo que no se consideró una buena por su falta de estética decorativa, solo en caso de que se requiera que esté oculta. Es utilizada en las peceras al no estar directo al sol y al estar en agua limpia su vista es más agradable. Al hidratarse mediante un proceso de agua gris puede llegar a ser desagradable.

Lenteja acuática.- planta que es fácil de desbordarse, ya que es muy pequeña y caso de necesitar lavar el recipiente se dificulta por lo pequeña que es. Dentro del recipiente de ésta se criaron unos caracoles de agua de color negro.

Lirio acuático.- planta bastante resistente a variaciones en los cambios climáticos, y

Pino acuático y bambu



Elodea acuática



Lenteja de agua



Lirio acuático

resistente a los descuidos. Crece mejor con el agua gris gracias a la materia orgánica, es una planta que requiere de poda y limpia constante, puesto que su crecimiento es muy rápido. La raíz crece dependiendo de la profundidad del recipiente. Es una planta que cuando está expuesta directamente al sol todo el día, se vuelve un poco amarillenta y cuando le da sombra su color se torna de un verde más vivo.

Ilustración 4-3. Plantas de humedal de flujo superficial.

Éstas plantas de flujo superficial se tomaron en cuenta por sus características de viabilidad, de entre ellas en cuanto a eficiencia se eligió al

alirio acuático. A partir de la elección de la especie se se realizaron pruebas del laboratorio, tanto físicas, químicas y biológicas para preveer su comportamiento en el sistema ECOW.

Como conclusión y de acuerdo a éstas pruebas de regadío en el humedal subsuperficial y el humedal de flujo superficial (lirio) con agua gris de la lavadora y con agua potable se llegó a la conclusión de que las plantas crecen de una mejor manera y más rápido con el agua gris gracias a la materia orgánica que pueden descomponer, dando como resultado que el agua de la lavadora se convirtiese en un abono para las plantas, coadyuvando un óptimo crecimiento. Además de no haber producido malos olores, ni mosquitos, al ser agua que tiene un flujo constante.

4.2.1 Pruebas físicas, químicas y biológicas de humedales

Para realizar las pruebas de laboratorio del agua de la lavadora y de su tratamiento se tuvo el apoyo de la Planta Piloto de tratamiento de aguas residuales de la UAM Azcapotzalco de CBI del departamento de Energía.

Bajo el apoyo y supervisión de los docentes:

Mtra. Margarita Beltrán Villacencio

Adán Oswaldo Pérez Alba

Laura Medina Tovar

Las pruebas se realizaron 3 años después de la instalación del humedal subsuperficial y del humedal de flujo superficial con el lirio. Ésto con el fin de comparar los dos tipos de humedales. El detergente que se utilizó en el proceso de lavado de ropa y residualmente en el regadío de los humedales artificiales fueron los que se mencionan a continuación, uno de ellos es detergente biodegradable y el otro no hace mención de ello, pero ninguno de los dos jabones fueron capaces de matar las plantas, ni de ocasionarles deterioros considerables.

1 Detergentes que se utilizaron.

Un jabón biodegradable.- Que es un agente de limpieza que puede descomponerse de forma natural con el tiempo, pero con el proceso de tratamiento utilizando la fitorremediación por humedales, es mucho más rápido.

Se consideró el uso de detergentes biodegradables aunque ocasionalmente se utilizó alguno que no lo era.

Detergente para ropa.- Líquido para lavado de marca *Sensacional* utilizado para pruebas de la cadena de productos: “Innovador”. Ingredientes: Agua, tensoactivos (aniónicos y no iónicos), fragancia y color (azul). Biodegradable, bajo en espuma. Avalado por la norma ASTM-D266 y ASTM -E1625 (Innovador, 2015).

Las pruebas en el *LABORATORIO* físicas, químicas y biológicas fueron a partir del agua de la lavadora con el detergente líquido “Sensacional”.

Detergente líquido para ropa que también se utilizó en el riego del humedal y del lirio de la marca ARM & HAMMER Formula triple poder (limpia, refresca y ayuda a eliminar olores) con bicarbonato de sodio Limpieza fresca.

Ingredientes: Agua desionizada, agentes limpiadores (tensoactivos aniónicos y no iónicos), ablandadores de agua, regulador de pH, fragancia, agente anti-redepositante de suciedad, abrillantador óptico y colorante.

No daña fosas sépticas, no contiene fosfatos. La cantidad de jabón utilizado por carga de lavado de 75 ml a 90 ml (Arm & Hammer, 2013).

También se utilizó biosfera 4SAVE para el lavado de ropa y el tratamiento en humedal. La biosfera está hecha a partir de la premisa de *no utilizar detergente* para el lavado de ropa. Dicho compuesto contiene cuatro tipos de cerámica que transforman la estructura molecular del agua, favoreciendo la eliminación de los efectos contaminantes y la suciedad en la ropa.

2 Programación y pruebas en el laboratorio de aguas residuales.

Se consideró hacer pruebas en un lapso de 8 días a partir del uso probable de la lavadora; así mismo observar su uso diario, cada tercer día o solo los fines de semana. Se determinó una programación de recolección del agua para hacer las pruebas en el laboratorio.

Tabla 13 Programación para recolección de agua gris, agua tratada y realización de pruebas.

	Días de la semana								
Primera parte	M	J	V	S	D	L	M	M	J
Agua de la cisterna	R-P								
Agua ciclo de lavado completo, 1er y 2do llenado de la lavadora	L-R-P								R-P
Segunda parte									
Tratamiento humedal ciclo de lavado 24 horas	L	R-P							
Agua de lavadora con tratamiento de humedal, 48 horas	L		R-P						
Agua de lavadora con tratamiento de lirio, 48 horas	L		R-P						
Agua de lavadora con tratamiento de humedal, 120 horas (5 días)	L					R-P			
Agua de lavadora con tratamiento de lirio, 120 horas (5 días)	L					R-P			
Agua de lavadora con tratamiento de humedal y lirio, 192 horas (8 días)	L				C				R-P

Agua de lavadora con tratamiento de lirio, 192 horas (8 días)	L							R-P
---	---	--	--	--	--	--	--	-----

C Cambio de recipiente

L Agua-lavado

R Recolección agua

P Prueba

Inicio.- miércoles 21 de octubre

La recolección se realiza en botellas de refresco transparente, bien lavadas, de una capacidad de 600ml para poder transportar el agua y realizar las pruebas en la *Planta Piloto*, además se colocaron los datos correspondientes en una etiqueta indicando la fecha y origen de la muestra de aguas grises.

Determinar la calidad del agua después de lavar la ropa y de los tratamientos

1. Tratamiento de agua de la lavadora con un pequeño humedal subsuperficial artificial con arena, tierra, piedras de tezontle diferentes diámetros con tres plantas: cola de caballo, carrizo y papiro.



Agua gris de lavadora



Agua gris se agrega directo al humedal



Agua recolectada para hacer pruebas

Humedal

Ilustración 4-4 Proceso de tratamiento del agua gris de la lavadora en el humedal.

50 litros de agua de la lavadora de un ciclo completo en humedal, 50% primer ciclo y 50% segundo ciclo.

2. Tratamiento de agua de la lavadora en humedal de flujo superficial con el lirio.



Ilustración 4-5 Proceso de tratamiento del agua gris de la lavadora en el lirio.

10 litros de agua de la lavadora de un ciclo completo en lirio, 50% primer ciclo y 50% segundo ciclo.

3. Tratamiento de agua de la lavadora, primero con el humedal y después por el lirio. Agua de la lavadora de un ciclo completo en humedal (4 días) y 2 litros se pasan para tratamiento en lirio (4 días).

Los parámetros utilizados para determinar la calidad del agua se dividen en:

- Parámetros físicos

Sabor y olor, color, turbidez, conductividad

- Parámetros Químicos

Dureza, pH, alcalinidad, coloides, acidez mineral, sólidos disueltos, sólidos en suspensión, sólidos totales, residuo seco, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, fluoruros, sílice, bicarbonatos y carbonatos, sodio, potasio, calcio, magnesio, manganeso, metales tóxicos, gases disueltos

- Parámetros biológicos

Demanda biológica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), carbón orgánico total

Las pruebas a realizar en el laboratorio son de pH, temperatura, turbidez, sólidos suspendidos, conductividad, color y DQO

Tabla 14 Parámetros y pruebas a realizar en el laboratorio.

Pruebas de laboratorio	Tipos de parámetros
ph	Químicos
Temperatura	Físicos
Turbidez	Físicos
Sólidos suspendidos	Químicos
Conductividad	Físicos
Color	Físicos
DQO	Biológicos



Uso de precipitados
Muestras por
triplicado



Fotocolorimetro Hach:
color
sólidos suspendidos
turbidez,
DQO



Potenciometro Thermo:
ph
temperatura



Conductimetro Hach:
conductividad



Tubos de ensayo para
DQO de alta
concentración



Reactor Hach
DQO

Ilustración 4-6 Aparatos y material que se utilizó para las pruebas en el laboratorio.

El equipo que cuenta la UAM en el laboratorio de la planta piloto de aguas residuales fue usado para el análisis de las muestras recolectadas como se muestra en la Ilustración 4-6 Aparatos y material que se utilizó para las pruebas en el laboratorio.

Tabla 15 Resultados de las pruebas realizadas en el laboratorio.

	Unidades	Agua potable 21-10-15	Agua gris sin tratamiento 21-10-15	Agua gris sin tratamiento 29-10-15	Agua humedal 1 22-10- 15	Agua humedal 1 23-10- 15	Agua humedal 1 26-10- 15
Ph		7.7	7.55	7.27	7.25	7.17	7.24
Temperatura	°C	22°	16.1	20.6	19.2	21.1	21.8
Turbidez	FAU	3.6	95.6	64	25	31.3	29
Sólidos suspendidos	mg/L	2.6	91	56	16	19.6	18.6
Conductividad	µS/cm	-	363.3	424.6	364	464.3	566.3
Color	PT-Co	11	673	396.6	334.6	420.6	437
DQO	mg/L	-	337.5	271.5	113	94.5	126.5
Eficiencia DQO	%	-		19.56	66.52	72.00	62.52

	Unidades	Agua gris sin tratamiento 21-10-15	Agua gris sin tratamiento 29-10-15	Agua lirio 23-10-15	Agua lirio 26-10-15	Agua lirio 29- 10-15	Agua humedal 1 con Agua lirio 29-10- 15
Ph		7.55	7.27	7.18	7.6	7.4	7.63
Temperatura	°C	16.1	20.6	21.2	21.8	20.5	20.8
Turbidez	FAU	95.6	64	15	10.6	12	22.6
Sólidos suspendidos	mg/L	91	56	9	6.3	7.6	13.6
Conductividad	µS/cm	363.3	424.6	412.3	337	291.3	515.3
Color	PT-Co	673	396.6	105.6	72	102.3	367.3
DQO	mg/L	337.5	271.5	200	89	69	110
Eficiencia DQO	%		19.56	40.74	73.63	79.56	67.41

*1 FAU = 1 NTU

FAU UNIDAD ATENUADA A LA FORMAZINA

NTU UNIDADES NEFELOMETRICAS DE TURBIEDAD

Como se muestra en la tabla 13 todos estos datos son el resultado de las pruebas realizadas en los humedales de tipo subsuperficial (carrizo, papiro y cola de caballo) y el humedal de tipo superficial (lirio), estos datos se compararon con el agua gris y agua potable. En dicha área de experimentación se obtuvo el apoyo de la Planta Piloto de tratamiento de aguas residuales de la UAM Azcapotzalco en donde se hicieron las pruebas de laboratorio para determinar su eficiencia y observar la viabilidad de realizar un sistema en el hogar para el reciclaje del agua gris de la lavadora.

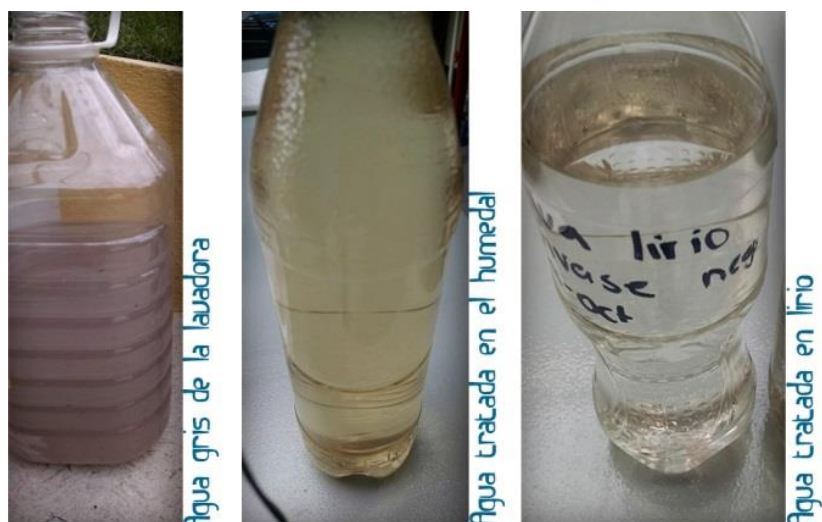


Ilustración 4-7 Comparación entre el agua gris de la lavadora y el agua tratada en humedales. Esta agua fue recolectada al día siguiente de entrar en los humedales.

3 Interpretación de datos de las pruebas del laboratorio

pH: El potencial hidrogeno o pH, es un parámetro de suma importancia tanto para aguas naturales como aguas residuales. El rango de pH en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman, está sumamente restringido, por lo cual si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. Por definición pH es el logaritmo inverso de la concentración de ión hidrogeno. (Seoáñez Calvo & Gutiérrez de Ojesto, 1999) En las aguas de riego el pH normal es de 6,5 y 8,4. Las aguas con pH anormal pueden crear desequilibrios. El pH de las pruebas tanto del humedal como del lirio oscila en los 7.17 y 7.77 estamos hablando de un pH neutro con el que no se encuentra mayor problema.



Temperatura: La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, ello puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces, además que afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción. Es común que el agua residual tenga una mayor temperatura. (Crites & Tchobanoglous, 2000). También, la contaminación térmica puede

causar trastornos en ecosistemas acuáticos, ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos es sumamente restringido.

No hubo ningún problema respecto a la temperatura que, aunque en días de calor solo afectó en que se evaporara más rápido, simplemente hizo que el consumo de agua de las plantas fuera mayor.

Turbidez: Es la capacidad que tiene la materia finamente dividida o en estado coloidal de dispersar la luz. La turbidez es una característica que se relaciona con el contenido de sólidos finamente divididos que se presentan en el agua (Crites & Tchobanoglous, 2000). Sus unidades son NTU's (Nephelometric Turbidity Units). Un agua turbia estéticamente es desagradable y es rechazada por el consumidor. También la turbidez interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, disminuyendo la efectividad biocida de éstos, lo cual representa un riesgo en el consumidor.

Es notorio que bajo el tratamiento de humedal y lirio a partir de un día baja considerablemente, es visible hasta físicamente, ayuda un proceso físico en este caso como fue la filtración con arena y tezontle.

La imagen del agua gris de la lavadora se observa con mucha turbidez, no permite ver a través de ella, mientras que en el agua gris después del tratamiento es posible ver a través de la misma, ya sea en el tratamiento por humedal o por lirio.

Sólidos en suspensión: Los sólidos en suspensión consisten de material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la propiedad de turbidez. Cuanto mayor es el contenido de sólidos en suspensión, mayor es el grado de turbidez.

A diferencia de los sólidos disueltos, estos pueden separarse con mayor o menor grado de dificultad por procesos mecánicos como son la sedimentación y la filtración.

Análiticamente se determinan pasando un volumen medido de una muestra de agua a través de una cápsula, la cual tiene una membrana o filtro con poros de 0.2 micrones donde son retenidos los sólidos suspendidos, cuando se filtra la muestra de agua.

Las partículas o sólidos suspendidos se componen de material orgánico e inorgánico. El material orgánico es principalmente algas o microorganismos y el inorgánico son: arcillas, silicatos, feldespatos, etc.

Conductividad: La conductividad es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; ésta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella (Crites & Tchobanoglous, 2000).

El aparato para las mediciones se llama *conductímetro*, y básicamente lo que hace es medir la resistencia al paso de la corriente entre dos electrodos que se introducen en el agua, nuestras pruebas fueron a una temperatura ambiente que oscilaba en los 20 °C. La conductividad que se observó en las pruebas del humedal fueron altas, esa parte es común cuando se utilizan piedras como el tezontle que puede contener sales minerales y eso ocasiona que aumente la conductividad.

En la siguiente tabla se podrá observar los parámetros del agua en la conductividad según el tipo de agua (Payeras, 2015).

Tabla 16 Conductividad de agua según su tipo.

Temperatura de la muestra 25 °C	Conductividad (µS/cm)
Agua Ultrapura	0,05
Agua alimentación calderas	1 a 5
Agua Potable	50 a 100
Agua de Mar	53.000

Como se observa en la tabla, entre más pura es el agua menor es la conducción, lo que hace referencia a una bajo grado de iones disueltos. En el caso del tratamiento por medio del humedal y del lirio está se encuentra por arriba de 100, pero al no ser para agua potable, sino para el riego se observa dentro de los parámetros permisibles.

Color: El color es una propiedad física que indirectamente describe el origen y las propiedades del agua. La coloración del agua indica la posible presencia de óxidos metálicos, como puede ser el óxido de fierro, el cual da al agua un color rojizo. Las algas y material orgánico en degradación también imparten color al agua. Si ésto ocurre, la coloración puede deberse a la presencia de algas y microorganismos en el agua de suministro.

“El color causado por sólidos suspendidos se llama *color aparente* mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina *color verdadero*” (Crites & Tchobanoglous, 2000).

El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los provoca, sobre todo en las aguas naturales (Payeras, 2015). En éstas pruebas las que salieron del humedal tenían un color amarillento debido a la piedra de tezontle.

En general, presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos vegetales:

- Color amarillento debido a los ácidos húmicos.
- Color rojizo, suele significar la presencia de hierro.
- Color negro indica la presencia de manganeso.

El color y la turbidez, son parámetros que en forma conjunta le dan calidad al agua en lo que se refiere a sus características estéticas que son muy importantes para el usuario. Para determinar el color se utilizó el fotocolorímetro HACH, de las muestras recolectadas se tomaron como referencia agua destilada, coloándola en cero y de ahí determinar el color de las mismas. En el humedal el agua resultó de color amarilla, lo que se refiere a que contiene ácidos húmicos, es común que en los humedales se obtenga dicho color sin tener mayor problema para el riego.

Tal como se muestra en la imagen, el cambio de color del agua gris sin tratamiento es muy oscuro.

Demanda química de oxígeno (DQO): Es otro tipo de prueba consiste en determinar la cantidad total de materia orgánica, en términos de la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar ésta a dióxido de carbono y agua. Para esto se efectúa la oxidación de dicha materia orgánica utilizando agentes fuertemente oxidantes en un medio ácido (Crites & Tchobanoglous, 2000).

Debido a las condiciones tan drásticas empleadas en la oxidación, prácticamente toda la materia orgánica es oxidada a bióxido de carbono y agua. Sustancias que no son fáciles de digerir biológicamente como por ejemplo la lignina, son oxidadas completamente como resultado de los oxidantes empleados y debido a esto los valores de Demanda Química de Oxígeno DQO son siempre mayores a la DBO, en un agua residual específica.

La forma de llevar a cabo esta prueba es tomando una muestra y agregándole un volumen específico de solución de dicromato de potasio valorado en este caso fue uno de alta concentración. Bajo condiciones ácidas, a una temperatura de 150°C en el reactor Hach y en presencia de un catalizador la materia orgánica es completamente oxidada a bióxido de carbono y agua.

Midiendo el dicromato de potasio consumido y de acuerdo a la relación estequiométrica, es posible determinar el oxígeno consumido por la muestra analizada, éste oxígeno requerido es la DQO. La medición de DQO y DBO en una muestra de agua, está directamente relacionado con su grado de contaminación, así como con la naturaleza de la materia que compone los desechos sólidos, ya que a través de dicha prueba es posible estimar que proporción del total de la materia orgánica es biodegradable.

Esto es de gran importancia en el proceso de digestión aeróbica, puesto que de antemano se conoce cuál es el mínimo residual de materia orgánica en un agua de desecho. Al igual que la DBO, la DQO en aguas potables debe ser sumamente baja y es un parámetro a determinar cuando la calidad del agua es incierta.

Los análisis de compuestos orgánicos agregados se hicieron solo de DQO para caracterizar las aguas grises tratadas y no tratadas, para estimar el desempeño de los procesos de tratamiento y estudiar su comportamiento.

Eficiencia DQO

Fórmula para la eficiencia de DQO el resultado es dado en porcentaje.

$$\text{Eficiencia DQO} = \frac{(\text{DQO1} - \text{DQO2})}{\text{DQO1}} * 100$$

DQO1= inicio del agua de la lavadora sin tratamiento.

DQO2= es el agua respecto al tratamiento que se desea analizar.

Eficiencia DQO según las pruebas que se hicieron en el laboratorio.

Tabla 17 Eficiencia DQO

Día	DQO Humedal 1 (mg/L)	DQO lirio (mg/L)	DQO Humedal 1 y lirio	
0	337.5	337.5	337.5	
1	113			
2	94.5	200		
3	126.5	89	126.5	
4			69	110

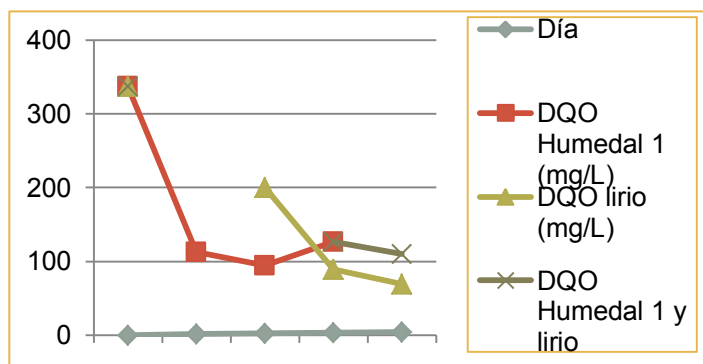


Ilustración 4-8. Eficiencia DQO

Como se puede observar según las pruebas de DQO y su eficiencia el tratamiento en Lirio fué más eficiente a lo largo de 8 días aunque se tardó más días en bajar la materia orgánica. Aun así se llega a la conclusión que cualquiera de los tratamientos que se utilizaron son óptimos para el tratamiento de agua gris de la lavadora.

En el humedal contiene un filtro de tipo físico al contener arena y piedras de tezontle, también lleva a cabo el proceso biológico de remoción de contaminantes por medio de las raíces de las plantas, actúa de una mejor manera después de 3 meses de plantadas en el sistema del humedal pues las raíces crecen y proveen de oxígeno al agua gris.

Se puede ver, que a partir de 24 horas los contaminantes han bajado.

5 Diseño

La recolección de agua es a partir de agua de la lavadora ya que de aquí se puede obtener una buena cantidad de agua, que aunque está contaminada no necesita de tanta purificación puesto que será reutilizada principalmente para el riego. De ahí se define el tipo de filtros y la purificación del agua para cumplir con este fin.

La trayectoria de la permacultura empieza con La Ética y los Principios de Diseño y se mueven a través de *etapas clave* necesarias para crear un futuro sostenible. Éstas etapas están conectadas por un camino evolutivo en forma de espiral, inicialmente a un nivel personal y local, para después proceder a uno colectivo y global. A continuación se enumeran algunos de los campos específicos, sistemas de diseño y soluciones asociadas al uso generalizado de la permacultura:

Administración de la tierra y naturaleza.

Construcción.

Herramientas y tecnología.

Educación y cultura.

Finanzas y economía.

Tenencia de la tierra y gobernación.

Salud y bienestar.

Los principios anteriores se utilizan de alguna forma en el proceso de diseño y a lo largo de la investigación fueron puntos que se tomaron en cuenta.

Un humedal artificial que es un proceso de fitorremediación es una ecotecnía muy viable, que ayuda a generar áreas verdes en todo el proceso de tratamiento del agua gris. Se desea proponer un *ecodiseño* que conlleva *innovacion y tecnologías amigables con el medio ambiente*.

A partir de la información recolectada se requiere un análisis para poder unir y desarrollar este sistema el cuál parte del principio de utilizar el agua de la lavadora para regar el jardín y otras plantas domésticas, y con ello hacer más eficiente el uso del agua. De aquí surgen los acotamientos para el desarrollo del sistema.

El sistema de captación de agua de la lavadora está compuesto de los siguientes elementos: conducción, interceptor, almacenamiento, filtración, desinfección para reutilizarla en el riego de pasto, plantas ornamentales y árboles.

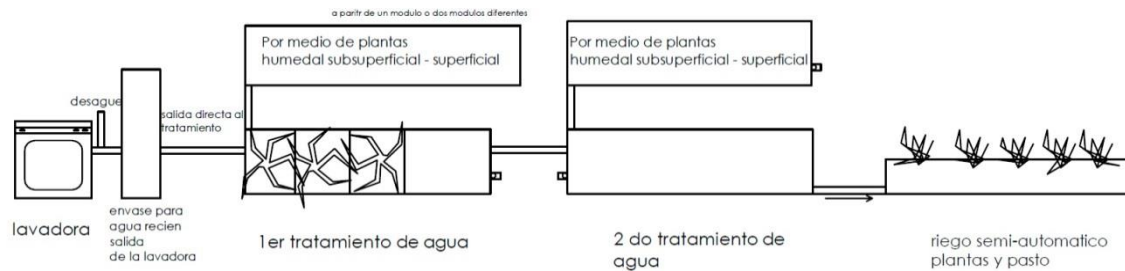


Ilustración 5-1 Función básica del sistema.

- **Planeación del anteproyecto**

Recolección del agua gris de la lavadora, que se encuentra en el cuarto de lavado. En éste caso el tratamiento del humedal se consideró que fuese al mismo nivel o a un nivel más bajo de donde se desagua la lavadora. En caso contrario, si la lavadora estuviese por debajo del sistema de tratamiento se tendría forzosamente que utilizar una bomba que puede ser de tipo sumergible automática, para subir el líquido. Ésta funcionaría a partir de los niveles programados.

Cuando el agua de la lavadora desagua lo hace de una manera muy rápida, por eso se consideró un contenedor antes de que el agua gris pasase al humedal, para evitar cualquier problema.

Además este contenedor es útil si se llegase a utilizar agua caliente en el ciclo de lavado, éste evitaria que se virtiese de manera inmediata al humedal que contiene plantas sensibles a dichas temperaturas.

En el contenedor se puede mantener el agua máximo por 12 horas.

Características del contenedor

El paso del agua de la lavadora al contenedor debe de tener una llave reguladora, si se desea que se vaya al contenedor o se desague directo en el drenaje, ésto es porque puede haber alguna ocasión que se lave la ropa con cloro, siendo muy perjudicial para el humedal, o simplemente desechar el excedente en agua requerido para el humedal. Además se considera, que en caso de que sea muy alta la producción de aguas grises y se produciese un sobrellenado del depósito, éste dispusiese de un rebosadero que recogiese y condujera el sobrante hasta la red general de desagüe, así se previene el derramar el líquido en el cuarto de lavado.

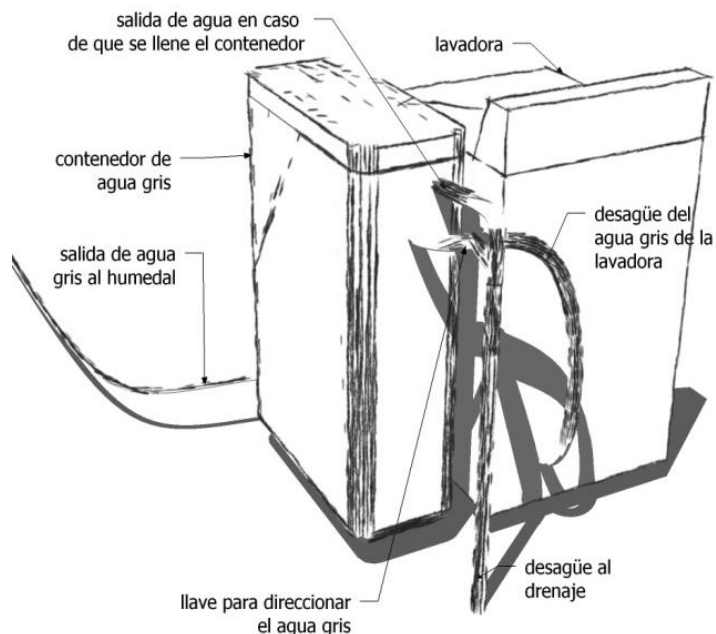


Ilustración 5-2. Características que debe tener el contenedor que se encuentra antes del humedal.

Capacidad del contenedor. Se puede dividir en 2 tamaños: 135 litros, de 200 litros. En caso de requerir el tamaño de la capacidad máxima de agua recolectada de una lavadora, tendrían que utilizarse dos contenedores de 135 litros, que ofrecen la capacidad de 270 litros. Dichos datos son obtenidos a partir de los resultados de investigación de las lavadoras y su consumo de agua, considerando únicamente la capacidad de una sola carga completa de lavadora automática.

Conducción. El agua del contenedor al tratamiento de humedal es por medio de una manguera que se puede conectar y desconectar según se desee.

Almacenamiento y filtración. Varios módulos que contengan los humedales estarán conectados para que fluya el agua de forma natural, evitando que el proceso sea manual. Como mínimo el sistema debe almacenar una carga completa de lavado, puede estar compuesto de varios módulos. La cantidad a almacenar oscila entre los 120 litros y los 256. El almacenamiento del agua en el humedal será de entre 1 día y 8 días

Salida de agua para riego. La salida después del tratamiento debe contener una manguera para el proceso de desagüe cuando el contenedor esté a tope, pero dirigiéndolo directamente a las áreas que se deseen regar. Se sugiere que se mantenga

fijo el tipo de riego y tiene que permanecer a nivel de piso, además puede llegar a ser por goteo en algunas áreas. No es recomendable utilizar una instalación de riego por aspersión o por rehilete. Además de eso, contendrá un sistema de riego automático de entre 2 a 4 salidas de agua que se programaran para que el riego pueda ser más sencillo y así bajar el nivel de agua para el siguiente ciclo de lavado.

Considerando otro de los objetivos se propone la utilización de tecnologías sustentables, como la incorporación de luz por medio de OLEDs (diodos orgánicos luminiscentes), además se plantea utilizar la irrigación de las plantas alimentadas para el desarrollo del sistema bioamigable. Éste sistema será no hará más funcional el ECOW, sino que servirá para crear un *área de estar agradable y ornamental para descansar en el hogar*, que el lugar de almacenamiento del agua pueda ser utilizado como bancas o figuras básicas de tipo escultórico, un follaje vegetal que será un jardín inteligente para aprovechar espacios y se integren en un conjunto agradable a la vista del usuario y ecoamigable.

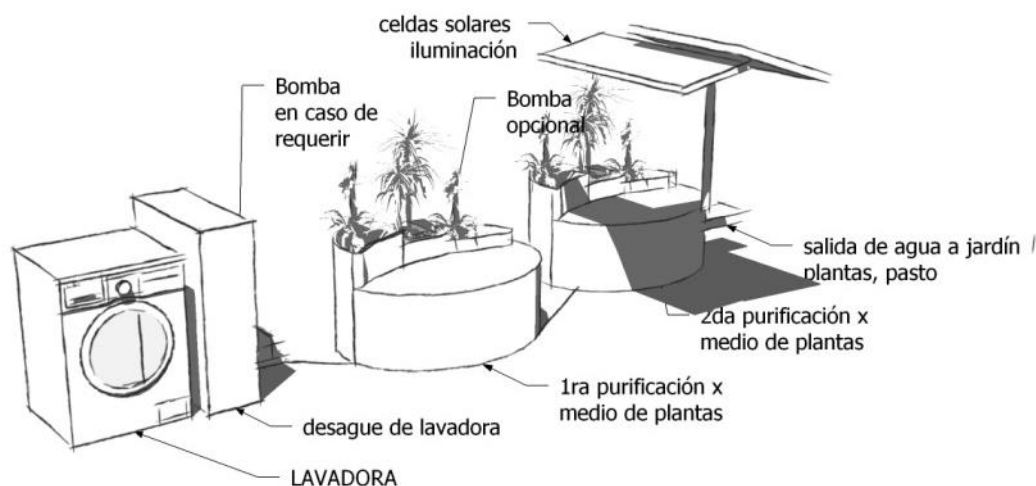


Ilustración 5-3 Esquema general del sistema.

- **Especificaciones del producto para humedal-mobiliario.**

1. Diseñar módulos para la purificación del agua accesibles, con una tecnología sencilla que garantice un fácil manejo para los habitantes de la ciudad de México y área conurbada.
2. Diseñar un sistema de alimentación de agua constante para el humedal, lo cual dependerá de los días de lavado de la ropa.

3. Diseñar el sistema de humedal para que contenga como mínimo 120 litros y por medio de módulos hacerlo crecer.
4. Diseñar el producto modularmente, para poder acondicionarlo a diferentes áreas.
5. El diseño debe ser de fácil uso.
6. El diseño del producto debe realizarse con formas sencillas.
7. Diseñar un contenedor con su estructura de soporte, que cuente con materiales que no se dañen con la humedad y soporten inclemencias del ambiente.
8. El sistema debe soportar uso rudo.
9. El diseño debe ser resistente a los rayos UV.
10. El área del humedal debe ser firme, además de contener agua gris, filtros y plantas.
11. El área de mobiliario debe estar basado en medidas antropométricas, para que sea cómodo para el usuario.
12. El sistema debe generar una propuesta a partir del concepto de humedales con funcionamiento para humedal de tipo subsuperficial y superficial.
13. El sistema debe contener pequeños filtros en las conexiones que eviten salida o entrada de arena, tierra y partículas pequeñas.
14. Utilizar el sistema ornamental para el hábitat del hogar, combinado con mobiliario para que tenga doble función.
15. Generar un sistema de iluminación adecuada para el crecimiento óptimo de las plantas. También debe considerar la iluminación para ambientación del lugar.

16. Utilizar mangueras o conductos preferentemente en color morado para especificar que es agua gris. (en otros países está estandarizado que las mangueras en color morado son de uso exclusivo para aguas grises).
17. Diferentes salidas y entradas de agua con sus respectivos adaptadores y tapones. Medida estandarizada en productos de riego para mangueras y conexiones es de $\frac{3}{4}$ para entradas, conexión y salidas del agua.
18. Considerar el mantenimiento y limpieza después de estar instalado.

- **Especificaciones deseables del producto para humedal-mobiliario.**

Tecnologías existentes que son viables para adaptar en el diseño y otorgarle un estilo de vanguardia.

1. Generación de energía eléctrica alternativa para iluminación y ambientación del lugar.

Posibilidades:

- a. Celdas solares Spheral Power. Por su gran eficiencia.
 - b. Baterías de panel solar led “Lumiwall” de Sharp. De día absorbe luz y de noche ilumina.
2. Integrar tecnologías como OLEDs, LEDs para iluminación por su bajo consumo de KW.
 3. *Sistema de domótica* para iluminación que es fácil de implementar. Hue Personal Wireless Lighting, es para ambientar espacios con diferentes tonalidades.

Tabla 18. Principales características para los humedales que se seleccionaron.

	Humedal subsuperficial	Humedal flujo superficial
Componentes	Contenedor, arena, tierra, piedras tezontle, plantas, agua gris de lavadora.	Contenedor, plantas, agua gris de lavadora.

Sustratos	Arena, tierra y piedras de tezontle.	No lleva
Pantas	Carrizo, papiro, cola de caballo	Lirio
Forma de colocación de las plantas	Plantarlas en la parte más superficial para que la raíz crezca hacia abajo.	Colocarlas en el contenedor con agua.
Mantenimiento	Poda de plantas cuando sea necesario.	Retirar plantas cuando están invadiendo, limpiar la raíz con agua a presión si se llega a hacer lama.
Condiciones ecológicas	Las de la Ciudad de México y área Metropolitana	Las de la Ciudad de México y área Metropolitana
Profundidad recomendada	Entre 40 y 55 cm de altura	Entre 40 y 55 cm de altura
Agua	Agua gris de la lavadora. (Con jabón biodegradable o con biosfera 4SAVE) Sin cloro.	Agua gris de la lavadora. (Con jabón biodegradable o con biosfera 4SAVE). Sin cloro
Tiempo de retención hidráulica	1 a 8 días, aunque en ocasiones se pueda quedar más tiempo (vacaciones).	1 a 8 días, aunque en ocasiones se pueda quedar más tiempo (vacaciones).
Ventajas	Cuenta con filtro natural y filtro biológico	Su eficiencia es mayor después de varios días.
Desventajas	Cabe menos agua en un contenedor, respecto al humedal superficial.	Se puede llegar a hacer lama.
Cantidad de agua a reutilizar	De 117litros a a 176 litros por lavadora de 10 kg.	De 117litros a a 176 litros por lavadora de 10 kg.
Fluctuación de carga hidráulica a la semana	De 585litros a 880 litros con 5 cargas de 10 kg.	De 585litros a 880 litros con 5 cargas de 10 kg.
Cantidad de integrantes en el hogar.	4 como ejemplo	4 como ejemplo
Características de contenedores donde se hicieron las pruebas	De plastico corriente muy delgado, se rompieron	De plástico corriente muy delgado, se rompieron
Características recomendables del contenedor	Material que evite el calentamiento del agua, aguante rayos UV, que aguante humedad e intemperie. No debe ser transparente.	Material que evite el calentamiento del agua, aguante rayos UV, que aguante humedad e intemperie. No debe ser transparente.

Figura geométrica	Diversidad de formas. Modulares. Uno o dos módulos.	Diversidad de formas. Modulares. Uno o dos módulos.
Dimensiones	Variables, según diseño.	Variables.

Materiales

- a) Polímeros reciclados.
- b) Sustentables.
- c) Analizar los materiales con los que se fabrican los tinacos.

Polietileno lineal bicapa

Polietileno lineal tricapa

Capa exterior negra impide el paso de la luz evitando el desarrollo de microorganismos.

Capa interior clara facilita la limpieza porque es lisa, nada se le pega y así se puede observar la claridad del agua.

Características necesarias para materiales del contenedor del humedal.

- Capa exterior con protección contra rayos ultravioleta
Durabilidad del color.
- Color sólido que no sea transparente (la raíz crece mejor en oscuridad).
- Que evite el calentamiento del agua para evitar evaporación.
- Acabado interior lo mas liso posible para evitar que se adhieran microorganismos y evitar daño del material.
- Capaz de soportar inclemencias del clima, que soporte la humedad todo el tiempo.
- Acabado exterior que sea agradable al tacto.

5.1 Conceptos

Principalmente se contempló un sistema modular para poder hacer crecer el sistema en caso de requerirlo. Como se observó al analizar la cantidad de agua que consume cada lavadora y el número de integrantes por familia, se habla que el consumo de agua puede ser muy variable, de ahí que se tome que se hagan módulos para hacer crecer la capacidad que tenga el humedal, para que vaya acorde a las necesidades de cada hogar.

Concepto 1

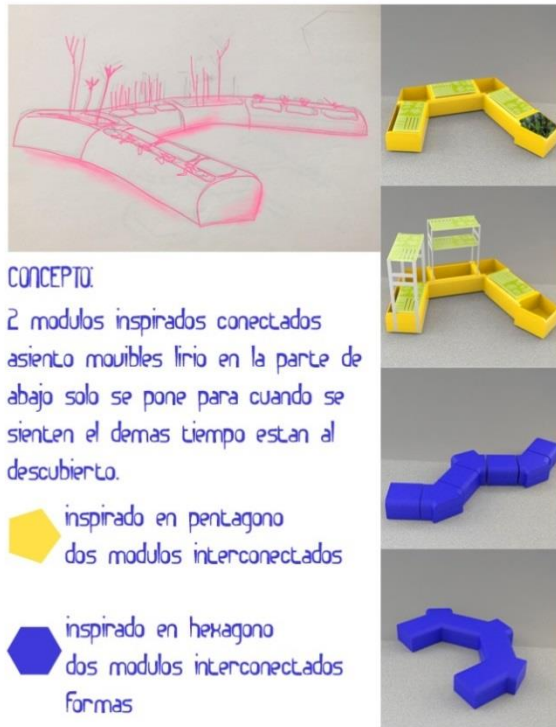


Ilustración 5-4. Bocetos, renders y concepto 1.

Factor de diseño: relacionado con la capacidad del producto.

Tabla 19. Capacidad del contenedor pentágono

Humedal	Subsuperficial	Superficial
A	107 litros	215 litros
B	70 litros	140 litros

855 litros humedal subsuperficial y humedal de flujo superficial.

Tabla 20. Capacidad del contenedor hexágono.

Humedal	Subsuperficial	Superficial
A	70 litros	140 litros
B	65 litros	130 litros

755 litros

Diferentes posiciones según el espacio
Versatilidad en formas.

Se puede seleccionar humedal subsuperficial o superficial, si se quiere

utilizar como asiento algunas partes es necesario poner en esos contenedores lirio.

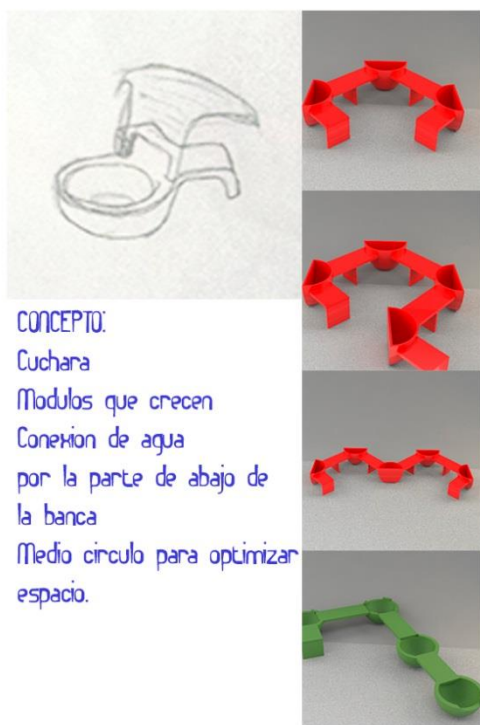
COMPONENTES

- Estructura tubular para techo en contenedores rectangulares, (para tener sombra).
- Bandejas para plantas dos módulos diferentes.
- Forma pentágono o hexágono.
- Cantidad de módulos según espacio y cantidad de agua a reciclar.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos.
- Posición y formas según el espacio o gusto
- Asiento movable.

VENTAJAS

- Instalación intuitiva.
- Diferentes posiciones según el espacio
- Combinación entre humedal superficial y subsuperficial.
- En los contenedores de lirio se les puede colocar el asiento en caso de requerirlo, tiene respiración.

Concepto 2



Factor de diseño relacionado con la capacidad del producto.

Tabla 21. Capacidad del contenedor para humedal.

	Módulos	Subsuperficial	Superficial
Rojo	1	45 litros	90 litros
	2	90 litros	180 litros
	3	135 litros	270 litros
	4	180 litros	360 litros
Verde	1	65 litros	130 litros
	2	130 litros	260 litros
	3	195 litros	390 litros
	4	260 litros	520 litros

Diseño simple, instalación rápido, espacio pequeño para transportación de módulos.

Ilustración 5-5. Boceto renders y concepto 2

COMPONENTES

- Módulo con banca.
- Conexión del agua entre módulos es por debajo de la banca.
- Iluminación tipo manguera Phillips Hue en la parte de abajo de la banca.
- Cantidad de módulos según espacio y cantidad de agua a reciclar.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos de forma completamente oculta.
- Posición y formas según el espacio o gusto

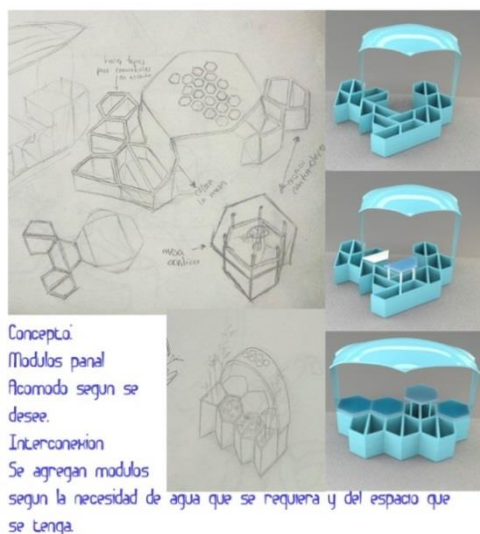
VENTAJAS

- Instalación sencilla.
- Diferentes posiciones y formas según el espacio
- Combinación entre humedal superficial y subsuperficial.
- En caso de tener plantas o jardineras en la parte de atrás puede ser viable al permitir que se vean las planas y que no cubra todo el espacio.
- Se puede poner rodeando el terreno o en pasillos anchos.

DESVENTAJAS

- Se requiere de un espacio mayor al solo contener agua en ciertas áreas lo que puede complicar si se cuenta con un jardín muy pequeño lo que provocaría que no se pueda purificar toda el agua.
- Es adecuado para solo ciertas formas o espacios.

Concepto 3



Factor de diseño relacionado con la capacidad del producto.

Tabla 22. Capacidad del contenedor para humedal.

Humedal	Subsuperficial	Superficial
½ hexágono	17 litros	35 litros
Hexágono	35 litros	70 litros

18 módulos 306 litros humedal subsuperficial.

18 módulos 630 litros humedal de flujo superficial.

7 módulos completos, 385 litros combinados humedal subsuperficial (3) y superficial (4).

Ilustración 5-6. Bocetos renders y concepto 3

Las dimensiones están pensadas en la aceptación del sistema, sobre todo para espacios pequeños o con diversas formas. El número de contenedores se pueden ir incrementando, con la aceptación del sistema modular.

COMPONENTES

- Estructura para techo en contenedores (para tener sombra) y puede ser útil para poner celdas solares, para iluminación.
- Iluminación tipo OLEDs.
- Contenedores para plantas un módulo.
- Forma hexágono, panel de abeja.
- Cantidad de módulos según espacio y cantidad de agua a reciclar.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos.
- Posición y formas según el espacio o gusto
- Accesorio extra para asiento o mesa movable, solo para contenedores con humedal superficial.

VENTAJAS

- Instalación de acuerdo a las formas
- Diferentes posiciones según el espacio, gran versatilidad.
- Combinación entre humedal superficial y subsuperficial, según se desee.
- En los contenedores de lirio se les puede colocar el asiento en caso de requerirlo, tiene respiración, también se puede poner mesa
- Al ser módulos pequeños se puede poner en diversos espacios pequeños, siguiendo la forma del espacio.

DESVENTAJAS

- Diversas posibilidades de acomodo pueden crear conflicto en la forma de adecuar la instalación.
- Al ser diferentes módulos puede fallar alguno, y puede ser complicado repararlo, sobre todo al estar colocado en forma de panel o entreconectados.

Concepto 4

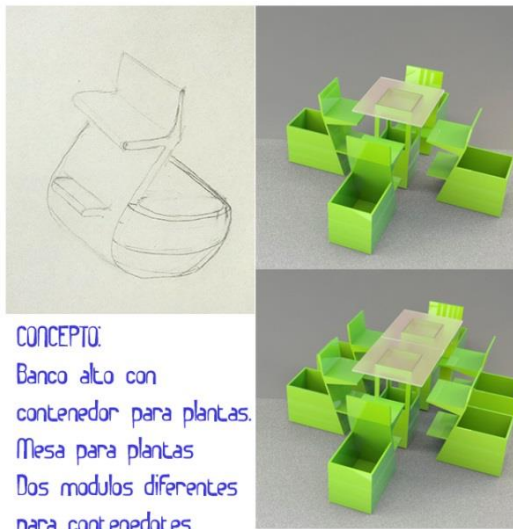


Ilustración 5-7. Boceto, renders, concepto 4.

Factor de diseño relacionado con la capacidad del producto.

Tabla 23. Capacidad de contenedores para humedal.

Humedal	Subsuperficial	Superficial
Banco alto	55 litros	110 litros
Mesa	45 litros	90 litros

Mesa con 4 con bancos altos. Capacidad de 310 litros, humedal subsuperficial en bancos y humedal de flujo superficial en mesa.

Mesa con 4 con bancos altos. Capacidad de 530 litros, humedal de flujo superficial en mesa y bancos.

Mesa con 6 bancos altos. Capacidad de 510 litros, humedal subsuperficial en bancos y humedal de flujo superficial en mesa.

Mesa con 6 bancos altos. Capacidad de 840 litros, humedal de flujo superficial en mesa y bancos.

Al unir dos bancos altos se podrían tener menos módulos y aprovechar más el espacio para concentrar una mayor cantidad de agua.

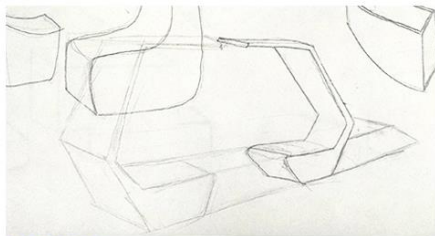
COMPONENTES

- Bancos altos con contenedor para sistema de humedal en la parte posterior.
- Mesa para humedal de tipo superficial.
- Cubierta de la mesa transparente o semitransparente para que permita el paso de luz a las plantas.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos.
- Posición y formas según el espacio o gusto

VENTAJAS

- Instalación secuencial.
- Cantidad de módulos según el espacio y cantidad de agua a reciclar.
- Combinación entre humedal superficial y subsuperficial.
- Es un área de estar que puede ser útil para poder desayunar, comer, cenar.
- Más comodidad al tener un respaldo.

Concepto 5



CONCEPTO:

Camastro duo

- dos módulos diferentes
- se coloca asiento deslizable en caso de requerirlo
- contenedores conectados para paso de agua en humedales
- techo con celdas solares
- módulo asiento para lirio
- módulo exterior para humedal subsuperficial y plantas altas.

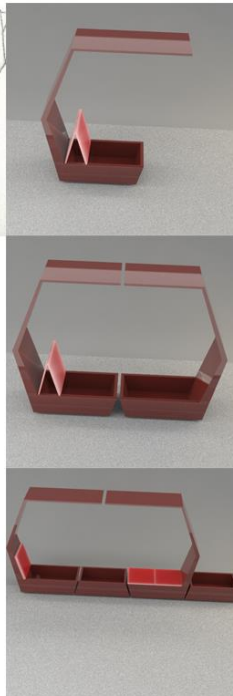


Ilustración 5-8. Boceto, renders y concepto 5.

Factor de diseño relacionado con la capacidad del producto.

Tabla 24. Capacidad de contenedores para humedal.

Humedal	Subsuperficial	Superficial
A	65 litros	130 litros
B	65 litros	130 litros

Módulo A 130 x 60cm, 130 litros. Superficial.

Módulo B 110 x 60cm. Puede ser subsuperficial o superficial.

Módulos A(2). 270 x 60 cm, 260 litros

Módulos A(2) y B(1). 360 x 60 cm 325 litros.

Módulos A(2) y B(2). 450 x 60 cm, 455 litros.

COMPONENTES

- Camastro con techo incluido y celdas solares para iluminación. Cuenta con tapa deslizable para poderse sentar o recostar.
- Batería a partir de un panel solar que de día captura la luz solar y de noche alumbra por medio de tecnología led, "Lumiwall"
- Módulo A contenedor para humedal superficial.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos.

VENTAJAS

- Instalación secuencial y lineal.
- Cantidad de módulos según el espacio y cantidad de agua a reciclar.
- Combinación entre humedal superficial y subsuperficial.
- Es un área de estar que puede ser útil para poder descansar.

Concepto 6



CONCEPTO:

Mesa con plantas en interior.

Banco con plantas en interior.

Ilustración 5-9. Boceto, renders y concepto 6.

Este concepto es solo para humedal de tipo superficial con una capacidad de:

Mesa 100 litros

Banco 50 litros

Mesa con 4 con bancos. Capacidad total de 200 litros humedal de flujo superficial.

COMPONENTES

- Mesa con un pequeño techo incluido y celdas solares para iluminación.
- Bancos para plantas (lirio).
- Cubierta de la mesa transparente o semitransparente para que permita el paso de luz a las plantas, al igual que los bancos.
- Sistema con entrada y salida de agua, conexión entre los módulos.
- La parte del asiento del banco es movable al igual que la cubierta de la mesa.

VENTAJAS

- Instalación con forma definida
- Es un área de estar que puede ser útil para poder desayunar, comer, cenar.

DESVENTAJAS

- Es poca la capacidad de retención de agua en el sistema con relación al tamaño. La cantidad de agua a reciclar no es comparable con el sistema.
- Solo permitiría el reciclaje de una carga de lavadora por día y que el riego sea casi diario.
- No tiene versatilidad en acomodo y movimiento.
- Es difícil hacer crecer el sistema, necesariamente requeriría otro conjunto de mesa y bancos, lo que haría que los sistemas fuesen aislados.

Selección del concepto

Se selecciono el concepto 4 por su viabilidad en cuanto a la capacidad y versatilidad que puede tener en el acomodo, esto es favorable para poderlo colocar en diversas áreas y de diferentes maneras.

Dentro de este concepto que se selecciono se puede manejar el producto básico y el producto Premium.

El producto Premium cuenta con iluminación y otros tipos de tecnologías.



Celdas solares Sphelar BIPV
Lumiwall luz led a partir
una batería de panel solar.



Philips Hue lightstrip plus,
para abajo de la mesa.



Bajo las celdas solares para
que de sombra son barras bambú



Contenedores banca para hu-
medal subsuperficial, los exter-
iores 270 litros entre los 2.



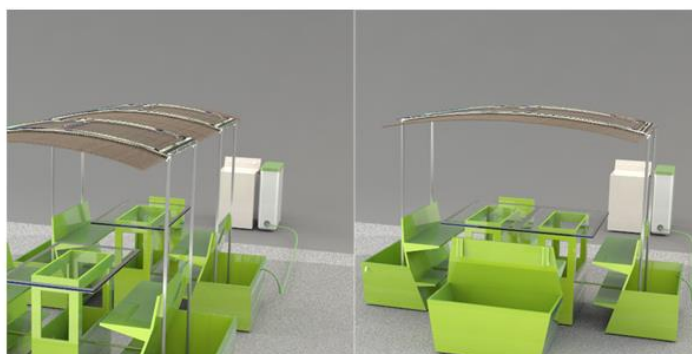
Contenedor para lirio es
bajo la mesa, con capacidad
de 180 litros.

Capacidad total 450 litros de agua.

En caso que los contenedores externos
se utilicen para lirio la capacidad 720 litros.

La banca individual es para guardar
cosas en la parte posterior.

Sistema de mobiliario
conectado para
Flujo de agua gris de la
lavadora.



Capacidad total entre 900
y 1110 litros.

Capacidad total entre 765
y 1170 litros.

Ilustración 5-10 Datos básicos sobre el sistema a desarrollar de tratamiento de agua gris de la lavadora.

Concepto aplicable y desarrollable a diferentes espacios.



Ilustración 5-11. Dos bancas juntas, capaz de reciclar entre 270 y 540 litros de agua al mismo tiempo.

Para ello se diseñó un sistema que filtra naturalmente las aguas usadas, mientras que aprovecha la capacidad de asimilación de las plantas, evitando que se produzcan lodos contaminados.

Tabla 25. Medidas y capacidad de los contenedores para humedales.

Mobiliario	Medidas en cm	Capacidad en litros humedal superficial	Capacidad en litros humedal superficial y subsuperficial
1 mesa	80x118	180	90
1 banca	80x118	270	135
2 bancas	80x240	540	270
1 banca 1 mesa	118x170	450	315
2 bancas 1 mesa	118x262	720	450
2 bancas 2 mesas	170x280	900	630
3 bancas 2 mesas	210x340	1170	765
4 bancas 2 mesas	262x280	1440	900
4 bancas 2 mesas	320x340	1440	900

Dimensiones mínimas requeridas para humedal para una familia de 4 integrantes, teniendo un consumo por carga de lavado de 117 litros y utilizando 5 cargas a la semana con una sola banca. Si el lavado es casi diario, es posible darle tratamiento, pero es recomendable que pasen más días en el sistema para un mejor tratamiento, con lo que

ubicar dos bancas puede favorecer. Se puede agregar una banca más o una mesa si cuenta con espacio suficiente, según se desee.

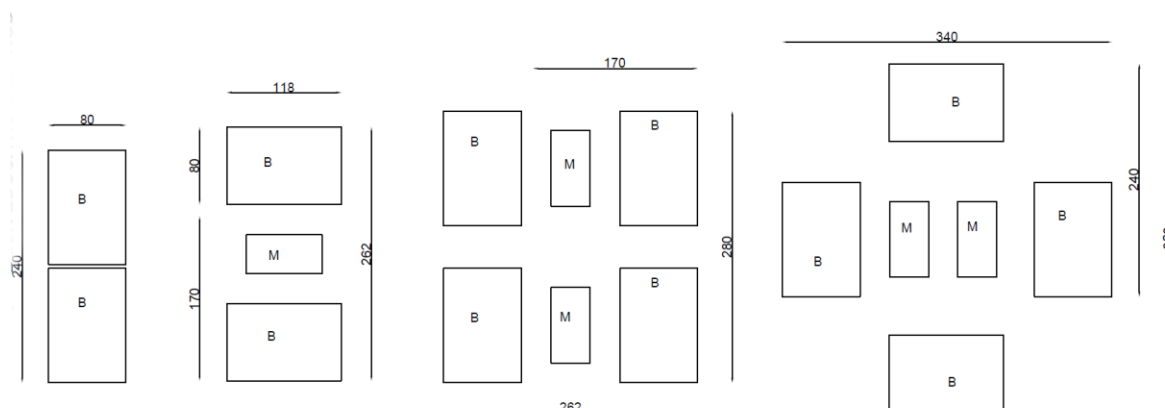


Ilustración 5-12. Medidas y posibles distribuciones de módulos para el sistema.

Tomando en consideración la Ilustración 5-13. Entradas y salidas de agua en el humedal. Se toma en cuenta para que con alguna conexión el agua pueda salir de forma automática o con el simple hecho de abrir una llave y se rieguen áreas verdes. Estas entradas y salidas de agua pueden ser adaptables a productos existentes en el mercado.

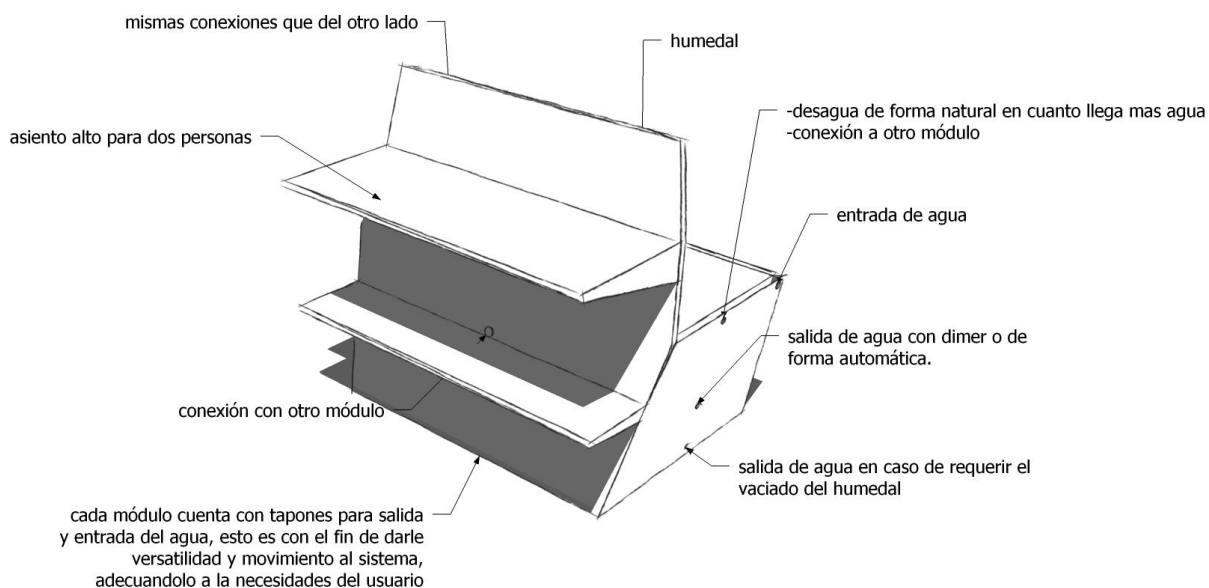


Ilustración 5-13. Entradas y salidas de agua en el humedal.

Analisis del sistema

Factor humano: usuario que se beneficia del producto directa o indirectamente.

USUARIO	SEXO	EDAD	ACTIVIDAD	ANTROPOMETRÍA
USUARIO DIRECTO	- No aplica	Cualquier etapa de desarrollo.	Purificación agua gris.	No aplica (fitorremediación).
USUARIO INDIRECTO	- Masculino. - Femenino.	A partir de 15 años.	Para cualquier ocupación.	- Mesomorfo. - Ectomorfo. - Endomorfo.

Factor humano: relación usuario-producto

USUARIO	PARTES EN RELACIÓN DIRECTA CON EL PRODUCTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
USUARIO DIRECTO	- Raíces, piedras tezontle, arena.	- Crecimiento libre de los tallos y ramas.	- Requieren agua para su desarrollo.
USUARIO INDIRECTO	- Manos, cuerpo	- Interacción total con el humedal, asiento, mesa.	- No se puede usar en muchos casos de discapacidad física y neuromotora.

Factor humano: Frecuencia de uso del producto

USUARIO	TIEMPO DE USO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
USUARIO DIRECTO	- Durante todo el tiempo de desarrollo.	- Humedal controlado.	- Está sujeto a cuidados constantes para su óptimo desarrollo.
USUARIO INDIRECTO	- Durante la instalación. - Durante la preparación del sistema.	- Ganancia de conocimiento y experiencia de humedales.	- Requiere de dedicación, cuidado y responsabilidad.

Factor humano: Mantenimiento del producto

MANTENIMIENTO	ACCIÓN	VENTAJAS
PREVENTIVO	- Evitar objetos ajenos. - Evitar tapar el sistema de drenaje. - Limpieza periódica de bandeja para lirio. - Poda según sea necesario	- Elementos simples y desmontables para detectar problemas fácilmente.

Factor humano: Percepción sensorial del producto

PERSEPCIÓN SENSORIAL	DESCRIPCIÓN GENERAL	VENTAJAS	DESVENTAJAS
FORMA	- Modular en banca.	- Simplicidad.	- No hay conceptualización artística.

Factor tecnológico: Materiales y procesos importantes en el producto

MATERIAL Y PROCESO

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| - Tubo | - Material común. |
| - Vidrio | - Material común. |
| - Varas de bambú | - Procesos sustentables. |
| - Polímeros reciclados | - Material y procesos sustentables. |
| - Sustentables | - Material común. |
| - Polietileno | |
| - Otros... | |





Factor tecnológico: Acabados y recubrimientos del producto

ACABADOS Y RECUBRIMIENTOS

VENTAJAS

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| - Protección de rayos UV | - No puede ser escamado. |
| | - No es afectado por la luz solar. |
| | - Mejora la resistencia al sol. |
| | - Protege el color. |
| | - Dureza. |
| | - Resistencia. |
| | - Impermeabilidad. |

Tabla 26 Características del Diseño y de las plantas.

Agua		Sol		Lugar
				E
Mucha	Normal	Sol	Semisombra	Exterior

Riego

En esta parte existen productos capaces de dar un riego automático con el simple hecho de tener todas las conexiones listas y hacer una programación con lo cual generamos que el sistema sea mas sencillo y nos requiera de menos tiempo. Algunos elementos y productos que pueden ser muy útiles son los que se muestran en Ilustración 5-14. Productos existentes que aportan a ECOW una eficiencia en el riego.

Elementos para riego



<http://www.gardeners.com/>

Ilustración 5-14. Productos existentes que aportan a ECOW una eficiencia en el riego.

Con **ecow** llegamos al concepto de generar un producto capaz de la:

Administración, **reutilización** y optimización
del **agua** e insumos naturales
para generar más **VIDA**

6 Resultados y discusión

La hipótesis en la que basamos el desarrollo del sistema ECOW ha sido la siguiente:

1. Diseñar un sistema innovador que conjugase elementos de administración, reutilización y optimización del agua de una lavadora de uso doméstico para coadyuvar a la creación de áreas verdes inteligentes, autosustentables y bioamigables en un hogar.

Partiendo de éstas premisas y considerando las necesidades de diseño óptimas para la elaboración del sistema ecotecnológico, se ha concluido que la última propuesta realizada cubre los criterios establecidos en los lineamientos del proyecto. En vista de la eficacia en terminos de recolección hídrica, por la versatilidad en su manejo y por la adaptabilidad en terminos del flujo de salida en el riego, lo cual eficientiza su productividad, a pesar de las variables no controlables en su uso.

La apariencia es un requerimiento importante en la labor del diseñador, en el caso específico del sistema de cultivo lo es más, ya que ello atrae al usuario para que éste se interese en las *ecotécnicas*, gracias a su alta adaptabilidad y eficacia en el diseño mobiliario.

Es así que, después de revisar las propuestas realizadas, se ha generado una idónea, aplicando todos los requerimientos de proyección, suministrando un diseño armónico, ligero, moderno, estético y sobre todo adecuado al entorno.

Se ha considerado que *el sistema* pueda ser utilizado en el hogar y que sea agradable a la vista de los usuarios; así mismo, se ha propuesto el uso de éstas tecnologías como una actividad atractiva para los habitantes de la ciudad y se ha integrado un sistema de *iluminación por medio de domótica* para proveer de luz al entorno del sistema ECOW.

Para poder determinar la viabilidad del proyecto, se llevó a cabo un proceso de investigación y experimentación en los humedales:

Se realizaron pruebas en donde el riego fuese constante, (la mejor forma en donde se desarrolló el humedal artificial) y otras en las que el ecosistema estuvo bajo el mayor descuido, así se analizó el comportamiento de las plantas bajo disimiles circunstancias de cuidado.

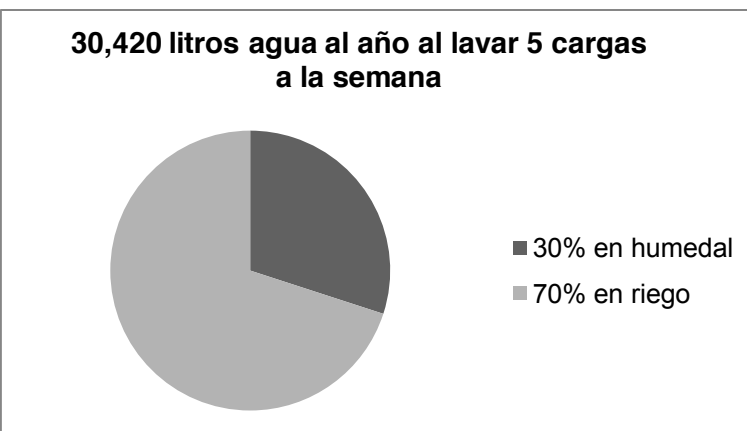
Es importante tomar en cuenta que ante la fase de experimentación que duro tres años tanto para el humedal subsuperficial como el humedal de flujo superficial en ninguno de los dos se produjo un mal olor o la creación de fauna nociva.

Además se puede decir que es facil el manejo de este sistema sobre todo si se controla ciertas areas para automatizarlo. El muestreo del usuario en esta fase de experimentación fue de tipo manual y no requería de mucho tiempo y cuidado, es por ello que se descartaron algunas plantas porque ocasionaban que se le tuviera que dedicar mas tiempo en el mantenimiento ademas de que algunas se murieron. Las plantas que se descartaron, lenteja de agua, elodea acuática y el pino acuático.

Se decidió el uso de *agua gris* proveniente de una maquina lavadora convencional, ya que la cantidad de agua que se desecha siempre es generosa y se analizó la eficacia de reutilizar de manera ágil y efectiva el líquido, mediante su almacenamiento, tratamiento y redistribución proactiva con el objetivo de alimentar un módulo sustentable que contuviese plantas para la fitoremediación.

Tomando en cuenta que la maquina de lavado utilizada en las pruebas es un *equipo Kenmore 80 serie y modelo 110*. **Tabla 27. Datos generados a partir de lavadora Kenmore, capacidad 117 litros por carga.** 20802990 se ha estimado un

consumo de agua para una casa promedio mexicana integrada por cuatro habitantes (*de 4 a 5 cargas por semana*), utilizando entre 468 a 585 litros semanales, equivalentes a un ahorro anual de 24336 a 30420 litros. Lo que lleva a reutilizar entre 22 y



28 contenedores de 1100 litros de agua (un ténaco de marca Rotoplas), misma cantidad de líquido que se ha propuesto recuperar para la generación de áreas verdes (30% para el humedal y el 70% para riego de pasto, plantas y árboles comunes) *ésta misma cantidad de litros de agua se suele desperdiciar sin un tratamiento ecotecnológico*.

Dado que ésta agua bajo el tratamiento propuesto por el *sistema ECOW* y su recanalización por medio de *humedales* se utilizará y remplazará el agua corriente

requerida en el riego de jardines comunes, el proyecto dará como fruto un mucho menor consumo de agua potable por hogar.

Ésta práctica además, ha abierto la posibilidad para la conservación e hidratación de las áreas verdes, *sin importar que sea tiempo de lluvia o no.*

Se ha propuesto que el 100% del agua gris de la lavadora sea utilizada para riego de áreas verdes domésticas.

Tabla 28. Aportes y relaciones en el sistema ECOW

Beneficios	
Reciclaje de agua de la lavadora, considerando 5 cargas con capacidad de 117 litros cada una.	585 litros a la semana
Reciclaje de agua de la lavadora al año.	30,420 litros al año
Cantidad de contenedores para reciclaje de agua de 1100 litros.	27.7 tinacos al año
Tener mobiliario ecotecnológico en el jardín para uso cotidiano.	2 bancas y una mesa
Cantidad de agua gris de la lavadora que puede ser reutilizada para generar áreas verdes.	100%
Cantidad de agua gris de la lavadora necesaria para el mantenimiento del humedal.	Entre el 10% y 30%
Cantidad de agua gris de la lavadora que puede ser recuperable para riego doméstico u otros usos.	Entre el 70% y 90%
Consumo total de una casa con 4 integrantes al año de tipo habitacional medio, con consumo mínimo de agua. Aproximadamente	204,000 litros
Porcentaje del agua total en el hogar a reciclar con el sistema ECOW el 15% aproximadamente.	30,600 litros al año
30420 litros de agua destinada para la lavadora tendría el uso de:	Reciclarla para el riego, menor consumo de agua potable. Más áreas verdes que generen oxígeno.
Si se generaran áreas verdes en el hogar se aumentaría el consumo del agua potable, si ese consumo fuera el que se recicla de la lavadora se estaría hablando del ahorro del pago del agua aproximado al año.	1 bimestre del pago de agua al año.
Es un proyecto que apoya las propuestas del D.F. para generar más áreas verdes, ecotecnologías y reciclaje de agua.	Proaire 2011-2020

Reducción de impuesto predial por instalación de un sistema de azotea verde ó su equivalente. Con el fin de incrementar la superficie actual de las áreas verdes urbanas en la ciudad a través del desarrollo de tecnologías sustentables o ecotécnicas. <small><http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/tramites/constancia-de-reduccion-fiscal></small>	Reducción del 10% impuesto del predio
Trámite por el que los propietarios de viviendas o bienes inmuebles de uso habitacional en el D.F. que acrediten instalación y uso de dispositivos o sistemas que representen ahorro de energía eléctrica y/o agua, como son paneles fotovoltaicos, calentadores solares y sistemas de captación de agua pluvial, que acrediten una disminución del 20% en el consumo de energía eléctrica y/o agua, o el reciclaje de esta última. <small>(http://www.tramites.cdmx.gob.mx/index.php/tramites_servicios/muestraInfo/215)</small>	Podrán obtener una reducción de hasta el 20% de los derechos por suministro de agua.
Constancia de Reducción del Impuesto Predial en el D.F., cuando se cuenta en su inmueble con árboles adultos y vivos o con áreas verdes no arboladas en su superficie. <small><http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/index.php/tramites/constancia-de-reduccion-fiscal></small>	Reducción del 25% del impuesto del predial

Con éstos datos *se constata la viabilidad del Sistema ECOW* , se fincan las bases para la creación de sistemas similares que coadyuven al desarrollo de una urbe amigable ecológicamente, biosustentable y que sean replicables a nivel mundial.

Cabe mencionar que el sistema puede lograr que se pueda ahorrar el costo de un bimestre un poco mas o menos, depende de la zona el tipo de servicio para el pago de agua es el costo y puede variar. Aunque tal vez pudiera parecer que no es mucho el ahorro en términos monetarios, se tiene que ver mas allá por el beneficio que genera a la sociedad, dando la oportunidad de ocupar menos agua y que otras zonas marginadas la puedan consumir, además de evitar que esa cantidad de litros se vaya por el drenaje y que se convierta en basura. Además se tendría mobiliario en el jardín que puede ser utilizado para disfrutar de un jardín verde.

En la Tabla 28. Aportes y relaciones en el sistema ECOW, se puede observar los datos minimos en el consumo de agua para una familia de 4 integrantes, si tomamos en cuenta que existen muchos hogares que consumen mucho más litros de agua por habitante, estaríamos hablando de un mayor ahorro.

Considerando una lavadora de 10 kg tipo automática con un mínimo de consumo de 117 litros y un máximo de consumo de 176 litros por carga y comparando los datos entre ellos

como se muestra en Tabla 29. Consumo de agua al año de lavadora según las cargas y distribuciones.

Tabla 29. Consumo de agua al año de lavadora según las cargas y distribuciones.

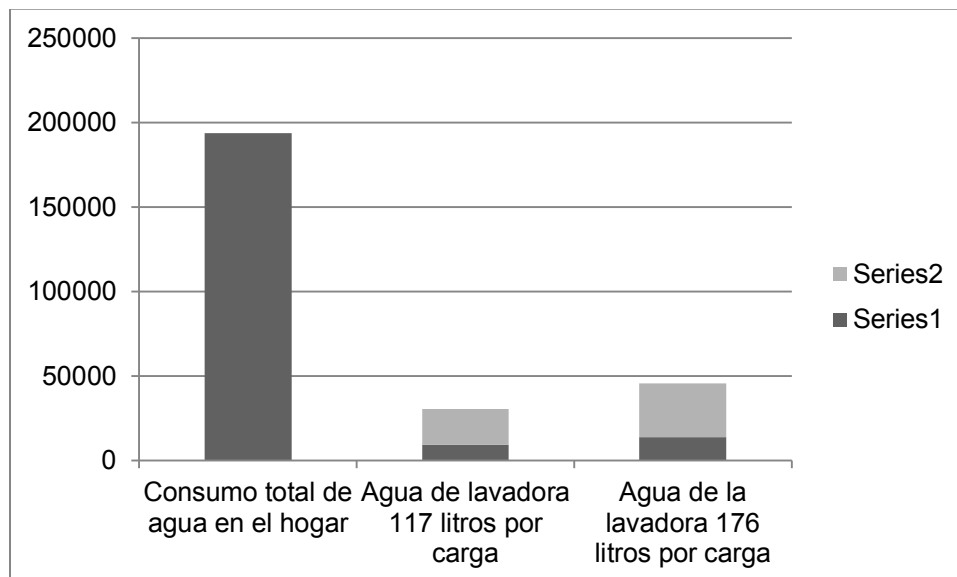
Cargas a la semana	Cargas al año	Litros al año capacidad mínima	Litros para humedal 30%	Litros para riego 70%	Tinaco Rotoplas
Datos	52 semanas	117 litros	30%	70%	1100 litros
2	104	12168	3650.4	8517.6	11
3	156	18252	5475.6	12776.4	16.6
4	208	24336	7300.8	17035.2	22.1
5	260	30420	9126	21294	27.7
6	312	36504	10951.2	25552.8	33.2
7	364	42588	12776.4	29811.6	38.7

Cargas a la semana	Cargas al año	Litros al año capacidad máxima	Litros para humedal 30%	Litros para riego 70%	Tinaco Rotoplas
Datos	52 semanas	176 litros	30%	70%	1100 litros
2	104	18304	5491.2	12812.8	16.64
3	156	27456	8236.8	19219.2	24.96
4	208	36608	10982.4	25625.6	33.28
5	260	45760	13728	32032	41.6
6	312	54912	16473.6	38438.4	49.92
7	364	64064	19219.2	44844.8	58.24

De acuerdo a las cargas que se usan a la semana en una lavadora de 10kg y considerando la capacidad mínima y máxima de agua en los datos recolectados, se ha determinado un aproximado al año del consumo de líquido en la lavadora.

El consumo depende también del tipo de lavadora y del suministro que requiera por carga. según los datos investigados y las pruebas obtenidas, puede haber una diferencia de 15340 litros al año de una a otra; ésto considerando 5 cargas semanales con un total de 260 cargas al año, tal como se muestra en la siguiente tabla (*de ahí se propone considerar el consumo de un equipo de lavado al adquirirlo, puesto que el alto consumo de agua no determina su eficiencia*).

Tabla 30. Consumo total de agua en litros de una familia de 4 integrantes al año, comparado con el consumo de agua de dos tipos de lavadoras de 10kg.



Consumo total de agua en el hogar al año.	Agua de lavadora al año. Cada carga 117 litros por 260 cargas.	Agua de lavadora al año. Cada carga 176 litros por 260 cargas.
1) 194000	1-2) 30420	1-2) 45760
	1) 30% humedal 9126	1) 30% humedal 13728
	2) 70% riego 21294	2) 70% riego 32032

Ésta propuesta desea generar una conciencia social que ayude a mejorar el medio ambiente e incentivar a los ciudadanos comunes a vivir en un entorno más sostenible. Se promueve el uso de tecnologías sustentables, lo cual en su conjunto es innovador. Con éste estudio de viabilidad para el diseño de un sistema ecotecnológico e inteligente *que administra y reutiliza el agua de la lavadora* para generar áreas verdes en el hogar, quedan abiertas más LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, tanto para estudios dentro del diseño ecoambiental, como de otras áreas:

- **Análisis de materiales**

Dentro de ésta línea se pueden encontrar materiales sustentables, bioamigables y fabricados de material reciclado, además de poder adecuarse a las nuevas tecnologías en materiales que provean protección ante los rayos Ultravioleta.

Material connexion y Transmaterial son bibliotecas de materiales nuevos, algunos con gran innovación y cuentan con materiales con lo último de tecnología.

- Automatización en el sistema de riego, *diseñado especialmente*.
Se plantea la utilización de una automatización en el mecanismo proveedor de agua que sea fabricado utilizando un software diseñado por expertos de distintas disciplinas como lo son la mecatrónica y las nuevas tecnologías digitales. ECOW propone inclusive funcionar con un sistema inalámbrico que aprovechase las bondades de las tecnologías de vanguardia como lo son los teléfonos móviles y controladores digitales.
- Existe un área de oportunidad que puede ser complementado con la línea del posgrado en diseño, planificación y conservación de paisajes y jardines.
- Uso del agua tratada para otros propósitos
- Esta investigación sirve como antecedente para el desarrollo de prototipos para realizar el sistema y tener un apoyo del gobierno o de empresas.

Logros

Se ha desarrollado un sistema tecnológico para administrar, reutilizar y optimizar el agua residual en el hogar, que es autosustentable, bioamigable y que convive con el diseño del lugar.

Para administrar el agua gris de la lavadora

- Se han conjuntado tecnologías innovadoras para eficientar el sistema de reciclaje del agua y riego, como lo son la filtración, fitoremediación y riego automatizado.
- Se investigaron y relacionaron técnicas innovadoras que permitiesen desarrollar un sistema adecuado en la recolección de agua, su purificación y reutilización en las áreas verdes domésticas.
- Se planteó tener y conservar más plantas o áreas verdes en el hogar, utilizando menos agua potable y reduciendo el consumo anual del pago por el servicio. También la posibilidad de tener ahorros en el predio.
- Se incorporaron tecnologías dentro de un sistema cuyo consumo de energía se resolvió sin afectar al medio ambiente, aprovechando las energías alternativas

como la fotovoltaica y la implementación de los diodos orgánicos luminiscentes.

- Se elaboró un diseño final que se adecuó al cumplimiento de los objetivos anteriores y que fuese *atractivo, innovador y estético para el hogar*.

Viabilidad

Uso del humedal y recomendaciones

La propuesta se enfocó desde la perspectiva tecnológica que mejorase la calidad del agua hasta hacerla idónea para su reaprovechamiento.

1. Cabe destacar que se utilizó *jabón biodegradable* para el lavado de ropa (generando aguas grises más fácilmente tratables) o bien, se utilizó *biosfera de cerámica para lavado (limpiador alternativo)* generando agua gris no jabonosa.
 - a. Se recomienda el uso de detergente biodegradable pues su objetivo es preservar el medio ambiente.

7 Conclusiones

El estudio de viabilidad consideró un fin ecotecnológico que está basado en una investigación en donde se toman los principios de ecología y tecnologías a fines, como la permacultura, que ayudan a satisfacer necesidades humanas, logrando así minimizar el impacto ambiental que ellas generan a través del desarrollo de un producto que recicle el agua de la lavadora a partir de un sistema de riego para un jardín ecológico doméstico integrado principalmente por humedales. Las tecnologías agroecológicas que se utilizaron son respetuosas al ambiente y con ella se propone que surgan más sistemas emergentes en el diseño biosustentable.

La misión primordial del sistema ECOW consistió en el trabajo con la naturaleza desde una perspectiva doméstica, tomando en cuenta éste principio surgió la idea de realizar un humedal artificial en vista de sus altos beneficios para la sociedad, ya que funcionan mediante un proceso natural en el ecosistema de purificación, es por ello que repetir este modelo de forma controlada ayudó a aprovechar el agua gris de la lavadora y poder así utilizar el líquido para el riego doméstico.

Se prospectó un sistema ecológico dentro del hábitat humano, sostenible, e implementando un diseño innovador y armonioso con la naturaleza local.

Se utilizó un patrón que ya existe en la naturaleza, el cual ayuda a la conservación del agua, pero bajo un proceso controlado en el hogar y que además conformase una bella área del paisaje del jardín, adaptable al mobiliario de un área verde promedio en un hogar mexicano.

Hemos utilizado en el ECOW principios de diseño universales en la planificación, desarrollo, mantenimiento y organización del sistema, proponiendo un proyecto de diseño de exteriores que ayude a la creación de áreas verdes domésticas y coadyuve a la preservación del ecosistema natural de un jardín familiar, aportando las herramientas del diseño a la preservación de nuestro hábitat para sostener la vida en el futuro.

Con ésto se llega a la conclusión que se puede tener un diseño sustentable para un jardín en el hogar, que sea capaz de generar más áreas verdes a partir de agua, que antes de ECOW solamente se consideraba desecho y ahora **“Se recicla y se reutiliza”** Además, que desde el punto de vista de la permacultura, éste diseño atiende elementos de ubicación, clima, disponibilidad de agua y las capacidades del usuario.

Para ubicar el correcto sistema de riego se realizó un análisis de los diversos métodos que existen, se encontró una gran variedad de ellos, muchos requerían de una compleja instalación, mientras que otros prácticamente no cubrían el requisito de la integración. En el sistema de diseño de ECOW se consideraron los requerimientos establecidos al inicio del documento, proporcionando adicionalmente un producto atractivo, funcional, decorativo y agradable visualmente. Una tarea importante como Diseñador.

Cabe destacar que actualmente en el mercado mexicano no existe un producto agroecológico que reúna las bondades de un producto de diseño de mobiliario para exterior y la permacultura en un sistema de ahorro de agua, reducción de costos y economización del espacio de uso recreativo.

Así mismo, éste proyecto propone no solamente la minimización del gasto y el uso efectivo de un recurso natural que generará erogaciones económicas a las familias ciudadanas, sino también propone aprovechar los beneficios fiscales que la administración local vigente otorga a proyectos “verdes” dentro de la metrópoli, lo cual redundará en beneficios económicos para cada hogar que adquiriese el ECOW.

Utilizando ésta tecnología de diseño ecoamigable se reutiliza una cantidad considerable del agua consumida en el hogar, por medio solamente del reciclaje de la lavadora, sin mencionar que se optimiza al máximo el agua que se utilizaría regularmente en el riego plantas domésticas y áreas verdes del hogar promedio en la ciudad de México.

El sistema ECOW es una propuesta inteligente para minimizar el consumo de agua potable en casa, ayudar a la conservación del medioambiente, concientizar a las próximas generaciones de ciudadanos de la importancia de la conservación de áreas verdes domésticas y se plantea promover una tendencia bioamistosa en el diseño comercial de mobiliario con productos similares.

Éste proyecto planteó principalmente la administración, reutilización y optimización del agua para generar *más VIDA*.

Al menos el 15% del total del consumo del agua de cada hogar convencional puede ser reutilizada con el sistema ECOW. Éste líquido se utilizará principalmente para el riego de un jardín inteligente de tipo vertical o para un jardín de tipo convencional, pudiendo ser jardines, terrazas o azoteas verdes.

La propuesta de un jardín inteligente se concretó a partir de que la mayor parte de personas en la ciudad llevan una vida muy acelerada y no pueden dedicar mucho tiempo

para el mantenimiento de áreas verdes. También se incluyó el uso de energía alternativa como son celdas solares fotovoltaicas e iluminación tipo LEDS y OLEDs.

Otro factor de suma importancia, es que mucha de esta tecnología ya está muy desarrollada, pero en ocasiones nos encontramos con que están aisladas y que no recaen en un producto que sea tanto funcional como estético.

Para la realización del sistema ECOW, se consideraron los factores sociales, representados por los hábitos y costumbres que puedan afectar la sostenibilidad de la intervención. Al haber identificado *ésta falta de conciencia en parte de la población*, éste proyecto de diseño abarcó un factor ornamental muy importante y funcional, lo cual constituye un gran atractivo para el consumo del producto en el mercado actual.

Existen varias ventajas en éste sistema, una de ellas consiste en reutilizar efectivamente un porcentaje de agua para nuestro propio beneficio, *embellecer también y hacer más agradables las áreas naturales de descanso* en un hogar común, ya sea en un patio, azotea, terraza, que de vista a una casa. Principalmente se planteó generar una conciencia de cómo a partir de algo que iba a ser basura (irse por el drenaje) se ha construido un sistema inteligente para dar alimento a las plantas, ahorrando tiempo y esfuerzo al ciudadano promedio.

La investigación realizada destacó la importancia que tienen los factores tecnológicos y la relación unívoca de sus potencialidades para el óptimo desarrollo del producto.

8 Bibliografía

- Aerogarden. (2011). *www.aerogarden.com*. Recuperado el 1 de Diciembre de 2010, de <http://www.aerogarden.com/aerogardens-cat-index>
- Agencia ID. (24 de Enero de 2015). Investigan el uso de una planta que disminuye contaminación en canales agrícolas. *La Jornada*.
- Aguirre, C. E. (1999). *La incorporación al desarrollo de las personas con discapacidad* (Primera ed.). México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Alanis Gustavo, B. C. (2009). *Libro Verde*. México: Offset Rebosan.
- Alexander Swatek. (15 de Enero de 2014). *Smartflower*. Recuperado el Junio de 2015, de <https://www.smartflower.com/en/>
- Alvarez, M. (2007). *Estanques y jardines Acuáticos: Una guía Esencial para construir estanques, jardines acuáticos, fuentes y cascadas en el jardín*. Buenos Aires: Albatros.
- ANES. (Abril-Junio de 2015). Asociación Nacional de Energía Solar. *Energías Renovables*(26), 2.
- Aranda, E. (26 de Noviembre de 2010). *Teorema ambiental, Revista Técnico Ambiental*. Recuperado el 28 de noviembre de 2010, de La lombricultura, podero aliado de la explotación agrícola: <http://www.teorema.com.mx/tendencias/la-lombricultura-poderoso-aliado-de-la-explotacion-agricola/>
- Arias, s., Betancur, F., Gómez, G., Salazar, J., & Hernández, M. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales. *Informador Técnico*, 74, 12-22.
- Ariza, J. F. (1998). *Guía de las plantas del Campus universitario de Espinardo*. Murcia: Universidad de Murcia.
- Arm & Hammer. (2013). *Arm & Hammer*. (L. Digital Interactive Services, Editor, & Church & Dwight, S. de R.L. de C.V.) Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://armhammer.com.mx/limpieza-fresca/>
- Beta. (20 de 08 de 2007). *www.infojardin.com*. Obtenido de <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=53109>
- Bidatek Energy green group. (2015). *Bidatek by energy green group*. Recuperado el 20 de Mayo de 2015, de <http://bidatek.com/inicio/>
- Botanica-online. (s.f.). *www.botanical-online.com*. Recuperado el 7 de 03 de 2011, de <http://www.botanical-online.com/ancelga.htm>
- Buczacki, S. (1996). *Plantas Acuáticas*. Madrid: Tursen Hermann Blume.
- C. Martínez, R. R. (1999). *Lombricultura y abonos orgánicos*. México: De México al Mundo.
- Caló, P. (2011). *Ministerio de Agricultura ganaderia y pesca*. Recuperado el 20 de octubre de 2015, de http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/acuicultura/06_Publicaciones/_archivos/130423_Introducci%C3%B3n%20a%20la%20ACUAPONIA.pdf

- Carrión, C., Ponce de León, C., Cram, S., Sommer, I., Hernández, M., & Vanegas, C. (Ago-Sep de 2012). Aprovechamiento potencial del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en Xochimilco para fitorremediación de metales. *Agrociencia*, 46(6).
- Comisión Ambiental Metropolitana. (2011). *Programa para mejorar la calidad del aire de la Zona Metropolitana del Valle de México 2011-2020*. México: Comisión Ambiental Metropolitana.
- Comisión Nacional del Agua. (2005). *Estadísticas del agua en México*. México: CNA.
- CONAFOVI. (2005). *Uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales*. México DF: CONAFOVI.
- Cooper, P., G.D., J., Green, M., & Shutes, R. (1996). *Reed beds and constructed wetlands for wastewater treatment*. Swindown, Uk: WRc plc.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). *Tratamiento de Aguas Residuales en pequeñas poblaciones*. Santa fe, Bogota, Colombia: Mc Graw Hill.
- Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L. F., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba, Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua, Bolivia.
- Drita. (10 de Junio de 2015). *Engadget*. Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://es.engadget.com/2015/06/09/mercedes-benz-bateria-hogar-a-lo-tesla/>
- Eco inventos. (28 de Febrero de 2007). Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://ecoinventos.com/ladrillos-iluminados-a-traves-de-energia-solar/>
- Ecomodulares. (2015). *Ecomodulares*. Recuperado el Junio de 2015, de <http://www.ecomodulares.com/>
- Euroresidentes. (2011). *www.eruroresidentes.com*. Recuperado el 28 de 04 de 2011, de http://www.euroresidentes.com/jardineria/sistemas_de_riego/riego/riego_en_casa/capilaridad.htm
- Flores, M. A. (Diciembre de 2003). *Infoagro*, Edición 87. Recuperado el Octubre de 2010, de Cultivos aeropónicos: http://www.ambiente-ecologico.com/ediciones/2003/087_02.2003/087_Flora_Infoagro.php3
- Freixanet, J. R. (2000). *Arquitectura y medio ambiente en la ciudad de México* (Primera edición ed.). (U. azc, Ed.) México: Sans Serif Editores.
- Gobierno del Distrito Federal. (2015). *Aire DF*. Recuperado el 30 de noviembre de 2015, de CDMX: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=%27>
- González, R. V. (1992). *La ecología en el Diseño Arquitectónico: Datos prácticos sobre diseño bioclimático y ecotécnicas*. México: Trillas.
- Green House System. (2010). *ColFibrex*. Recuperado el Agosto de 2015, de <http://www.colfibrex.com/>
- Gustavo Alanis, C. B. (2009). *Libro Verde*. México: Offset Rebosan.
- Hamdi, M. (07 de Abril de 2010). Oxygen regulator element to reduce the climate changes: *Reviews Environtal Science and Biotechnoly*(10.1007), 187-191.

- Hammel, B. (2003). *Manual de plantas de Costa Rica*. St. Louis, EU: Missouri Botanical Garden.
- Herrera, A. S. (2010). *Patente n° 6017379*. Rusia.
- INEGI. (2011). *www.inegi.org.mx*. Recuperado el 27 de 06 de 2011, de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>
- INEGI. (s.f.). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Recuperado el 28 de 05 de 2011, de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?ent=09>
- Innovador. (2015). *Innovador*. Recuperado el Septiembre de 2015, de <http://www.innovador.com.mx/>
- Itee, P. T. (22 de Julio de 2014). *Premier Tech Aqua*. Recuperado el 21 de octubre de 2015, de <http://www.premiertechaqua.com/e-news-and-events/press/2014/newly-nsf-certified-ecoflo-coco-filter.aspx>
- Jardín, I. (s.f.). *www.infojardin.com*. Recuperado el 05 de 03 de 2011, de http://articulos.infojardin.com/plantas_de_interior/riego_vacaciones_plantas_interior.htm
- Jenkins, J. (2005). A Guide To Composting Human Manure. (C. G. Publishing, Ed.) *Humanure Handbook*.
- Kadlec, H. R., & Wallace, S. (2009). *Treatment Wetlands*. Boca Raton, Orlando, Estados Unidos: CRC Press.
- Kadlec, H., R., & Knight, R. (1996). *Treatment wetlands*. Boca Raton, Estados Unidos: Lewis.
- Kim, H. Y. (10 de 11 de 2006). *Aving Global news*. Obtenido de <http://us.aving.net/news/view.php?articleId=27102>
- Lifesaver. (2014). *Lifesaving water*. Recuperado el 22 de noviembre de 2014, de <https://lifesavingwater.ca/LIFESAVER/systems/>
- Lighting, P. (2004-2015). *Meet hue*. Recuperado el Enero de 2015, de Hue Personal Wireless lighting: <http://www2.meethue.com/es-es/acerca-de-hue/qu%C3%A9-es-philips-hue/>
- López Geta, J. A. (2010). *El agua subterránea en el Parque NATural de Despeñaperros y el Paraje Natural de la Cascada de la Cimbarra*. Jaén, España: Instituto Geológico y minero de España.
- López, A. N., Vong, Y. M., Borges, R. O., & Olguín, E. J. (julio-septiembre de 2004). Fitorremediación: fundamentos y aplicaciones. *Ciencia*, 55(3), 69-82.
- Lorenzo. (2006). *Sobre el papel de la energía en la historia*. Sevilla, España: Progenza.
- Lot, A., & Novelo, A. (2004). *Iconografía y estudio de plantas acuáticas de la Ciudad de México y sus alrededores*. Distrito Federal, México: Instituto de Biología UNAM.
- Lumiblade, P. (Productor), & Thomas, D. (Dirección). (2015). *The future of lighting is here: OLED* [Película].
- Lyris, A. (12 de Noviembre de 2010). *Fresh plaza*. Recuperado el 17 de Noviembre de 2010, de España: Newco utiliza aeroponía para producir papas de siembra: http://www.freshplaza.es/news_detail.asp?id=45888

- Manuel Martín Monroy. (2003 y 2006). Calidad de la iluminación en ciudades y edificios. (U. d. Canaria, Ed.) *El Manual de objetivos + opiniones complementarias ICARO*, 136.
- Marco A. Attisani. (Octubre de 2015). *lagua*. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de Aqualogy Where water lives: <http://www.iagua.es/noticias/cordis/15/08/31/watly-tecnologia-que-combina-wifi-depuracion-agua-y-energia-solar>
- Mendez Muñiz, M. J., & García Cuervo, R. (2006). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid: Fundación Confemetal.
- Miranda A., M. G., & Lot Helgueras, A. (Ene-Mar de 1999). El lirio acuático, ¿Una planta nativa de México? *Ciencias* 53.
- (2006). *Norma UNE 166000*.
- OECD. (2002). *Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Development* (Vol. Frascati Manual). Paris: Organization for Economic Cooperation and Development.
- Partain, & Fraas, L. (2010). *Solar cells and their applications*. Hoboken, New Jersey: Wiley.
- Payeras, A. (2015). *Bonsai Menorca*. Recuperado el 2015, de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/#Color>
- Peters, B. (26 de Agosto de 2015). *Arch daily*. (J. T. Franco, Productor) Recuperado el Octubre de 2015, de <http://www.archdaily.mx/mx/772120/solar-bytes-pavillion>
- Philips. (2014). *Philips*. Recuperado el 10 de agosto de 2015, de <http://www.largeluminoussurfaces.com/luminoustextile>
- Philips Research. (Octubre de 2006). Philips Lumalive fabrics - creating a magic lighting experience with textiles. *Password*, 28, 32.
- PNUMA, P. d. (s.f.). <http://www.pnuma.org>. Recuperado el 25 de 06 de 2011, de <http://www.pnuma.org/perfil/malmo.php>
- Poblet, J. M. (1986). *Energía solar fotovoltaica*. España: Orbes Marcombo.
- Rakocy, J. E. (Julio-Agosto de 1999). The status of aquaponics. *Aquaculture Magazine*, 83-88.
- Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (Noviembre de 2006). Recirculating Aquaculture Tank Production systems: Aquaponics-Integrating Fish and plants. *Southern Regional Aquaculture Center*(454).
- Ratti, C. (2015). *Ecologic Studio*. Recuperado el Julio de 2015, de <http://www.ecologicstudio.com/v2/project.php?idcat=7&idsubcat=59&idproj=129>
- Revista del Consumidor. (Julio de 2000). Calidad de filtros purificadores de agua. *Revista del Consumidor*, 281, 2-10.
- Rodríguez, E. (19 de Agosto de 2015). *México Haz Algo*. Recuperado el Octubre de 2015, de <http://www.mexicohazalgo.org/2015/08/aprovechan-lirio-acuatico-para-detener-danos-por-derrames-petroleros/>

- Royacelli, G. (16 de Noviembre de 2010). *El Universal*. Recuperado el Diciembre de 2010, de ALDF aprueba descuento al predial: <http://www.eluniversal.com.mx/notas/723978.html>
- Seoánez Calvo, M., & Gutiérrez de Ojesto, A. (1999). *Aguas Residuales: Tratamiento por humedales artificiales. Fundamentos científicos. Tecnologías. Diseño*. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Sistema de Monitoreo Atmosférico, Ciudad de México. (2015). *Sistema de Monitoreo Atmosférico, Ciudad de México*. Recuperado el 30 de noviembre de 2015, de CDMX, Ciudad de México: <http://www.aire.df.gob.mx/default.php>
- Sistemas de Energía Fotovoltaica: Manual del instalador*. (2005). Sevilla: Progensa.
- Skidmore, Owings & Merrill LLP. (23 de Septiembre de 2015). *SOM*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <http://www.multivu.com/players/English/7634251-skidmore-owings-merrill-3d-printed-building/>
- Sphelar Power Corporation. (Febrero de 2014). *Sphelar Power Corporation, Innovative Network Corporation of Japan y Kyosemi Corporation*. Recuperado el Julio de 2015, de <http://sphelpower.com/>
- Stearman. (2003). Pesticide removal from container nurse runoff in constructed wetlands cells. *Journal of Environmental Quality*(32), 1548-1556.
- Stephen R. Forrest or Max Shtein. (11 de Septiembre de 2015). Dynamic kirigami structures for integrated solar tracking. *Nature communications*(ISSN (online): 2041-1723). Recuperado el Octubre de 2015, de <http://www.nature.com/ncomms/2015/150908/ncomms9092/full/ncomms9092.html>
- Teknautas. (05 de Mayo de 2015). *El confidencial*. Recuperado el 10 de Octubre de 2015, de http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-05-05/tres-motivos-por-los-que-la-bateria-de-tesla-es-un-avance-real_787855/
- Torres, A. H. (13 de Enero de 2015). *México News Network*. Recuperado el 12 de Julio de 2015, de <http://www.mexiconewsnetwork.com/es/noticias/bateria-bat-gen/>
- Yocum, D. (2006). *Manual de Diseño: Humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración*. University of California, Santa Barbara. California: Bren school of environmental science and management.
- Zhang, J. (2015). *Houzz*. Recuperado el Mayo de 2015, de <http://www.houzz.com/ideabooks/46133056>

Bríndale un poco de **Ti** al mundo generando áreas verdes por medio del reciclaje del agua.

Genera áreas verdes urbanas a partir del agua de la lavadora.

Tratamiento de agua por medio de humedales.

Crea un espacio acogedor con las plantas.

Área de esparcimiento y relajación

Área de convivencia

Reciclaje sustentable

Tamaño según deseos y necesidades

Promueve el cuidado del agua

Administra, reutiliza y optimiza el agua.

Iniciativa surge porque:

Es importante tomar en cuenta el medio ambiente, porque es el lugar donde vivimos, hay que tomar fuertes responsabilidades por ello tomamos en cuenta la ecoeficiencia que es un proceso continuo en la optimización de recursos y operaciones productivas, minimización de desechos y emisiones, y genera valor agregado para las personas interesadas.

Soluciones económicas

Utilizar tecnologías y materiales sustentables que ayuden a preservar el medio ambiente y a optimizar los recursos.

Importante aprovechar el espacio en la ciudad por eso tomamos en cuenta que sea modular, para que el diseño se ajuste a tus necesidades y si se desea puede ir creciendo.

Es un buen comienzo para reciclar el agua de la lavadora y aprender sobre las plantas y sus cuidados.



Universidad Autónoma Metropolitana
Maestría en Diseño y Desarrollo de
Productos

Yanai Alcántara Torres

Director de Tesis: Roberto Bernal

Administración, reutilización y optimización
del **agua** e insumos naturales
para generar más **VIDA**

e-cow-reutiliza
sustentable



el FUTURO del agua
esta en **Ti**

Estudo de viabilidad para el diseño de un sistema
ecotecnológico innovador que **administre y reutilice el**
agua de la lavadora para generar áreas verdes en el
hogar.

Propuesta urbana
para reciclaje del
agua de lavadora

Tecnología en crecimiento para el agua

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE LA LAVADORA

Combina diferentes tecnologías innovadoras que resuelvan, no solo el aspecto de energías alternativas no contaminantes, sino también aprovechar los espacios de la casa, el reciclaje del agua, su administración y optimización de todos los componentes.

Esta actividad de reutilizar el agua para el riego promueve la generación de más oxígeno y reducir agentes contaminantes en el aire y suelo.



SOLUCIONES DEL RECICLAJE DEL AGUA

- GENERAR MÁS OXÍGENO
- REUTILIZAR AGUA
- CUIDADO DEL AMBIENTE
- GENERACIÓN DE ÁREAS VERDES
- ÁREA DE ESPARCIMIENTO

soluciones flexibles para las necesidades de su hogar

RECICLAR EL AGUA DE LA LAVADORA PARA LAS PLANTAS



PROPUESTAS A PARTIR DE:

Humedales, ecotecnias, biofiltro, hidrogardineria, ecodiseño, jardines inteligentes, riego inteligente, ecoeficiencia.

Genera menos desechos reciclando el agua.



SOLUCIONES INFORMATIVAS

material didáctico para educación ambiental, manejo y aprendizaje del sistema de reciclaje (manuales, típicos, cd)



SOLUCIONES DE ACCIÓN

Desarrollo del sistema en los habitantes del Distrito Federal desde jóvenes hasta personas de la tercera edad. Cuentan con un clima templado subhúmedo con lluvias en verano

PROPUESTAS OPTIMAS

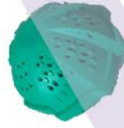
Propuesta surge a partir de los espacios que hay en las casas, debido a ello se opta por el mejor aprovechamiento.

Se busca combinar 3 áreas reciclaje del agua, energía amigable con el medio ambiente y generación de plantas por medio de tecnologías que convergen y son novedosas.



SOLUCIONES PARA AHORRO DE AGUA y así obtener beneficios en el hogar.

Recolección del agua de la lavadora.



Utilización de esferas de lavado o detergente biodegradable para el lavado de la ropa para facilitar la limpieza del agua.

CARACTERÍSTICAS de las PROPUESTAS

Son para uso Exterior

Estas propuestas se pueden colocar en jardines, azoteas, terrazas.

Sirven a parte de poder reciclar el agua como artículo decorativo y para uso en ambientación, dándole calidez al lugar.



Diseño Industrial

25-12-2015

Curriculum Vitae

Yanaí Alcántara Torres

OBJETIVOS

Interés en el área de diseño e innovación tecnológica, análisis en la optimización y mejora continua de productos teniendo como base el desarrollo sustentable de los mismos, buscando la utilización eficiente de los recursos.

FORMACIÓN ACADÉMICA

Especialidad-Maestría. UAM Azc

Actual

Tesina, proyectos de investigación, CAD-CAM, análisis ergonómico y cualitativo, resistencia de materiales de diferentes productos.

Lic. Diseño Industrial. UAM Azc

2004-2008

Medalla al Mérito Universitario. Promedio 93

Proyectos de diseño en diferentes áreas recreativas, médicas, mobiliario,

POP, envase, embalaje, decoración, eco-diseño. Análisis ergonómico y cualitativo

Ing. Textil. IPN

2003- 2004 (trunca)

EXPERIENCIA

Diseñadora Industrial | Freelance-empresas

2012 - Actual

Diseñar cocinas, closets, muebles para el hogar, oficinas, pop, stands.

Actividades concepción del diseño, especificaciones técnicas, guías mecánicas, manufactura e instalación.

Diseño de marcas, productos de diseño industrial y respectivos registros IMPI.

Asesoría empresas conceptualización de proyectos, productos, detalles técnicos "Slarq Studio, Kold Zone, Integralmente Psicología, Inspirantica, Design Joel Escalona"

Capacitación para Artesanos en Diseño en Morelos para exportación

y exhibición de productos en la Feria “L’Artigiano in Fiera” (Italia).
CRIDA-ASOCEA

Diseñadora Industrial Cocinas Kuni + amueblamientos

2009-2012

Empresa enfocada al diseño y producción de cocinas y closets tanto a nivel residencial como para conjunto habitacional. Diseño del producto, especificaciones técnicas, guías mecánicas y presupuesto.

Líder de proyecto en desarrollo de nuevos productos

Arte en decoración

2008-2009

Empresa en decoración para el hogar y oficina, fabricantes, con ventas a Palacio de Hierro, Wall Mart, Grupo Gigante y al mercado de mayoreo.

A cargo del proceso del lanzamiento de un nuevo portafolio de productos, diseño, evaluación de costos, producción, maximización de materiales, controles de calidad, hasta su lanzamiento.

Consultor creativo Casa de artesanías del Edo. de Michoacán – CAPROAM de Opopeo

Ago 2008

Consultor creativo de 22 talleres, 45 personas. Resultados 22 muebles originales diversos acabados, optimización material. Curso y capacitación.

CUALIFICACIONES

- ☐ Idiomas:
Inglés e Italiano (nivel intermedio)
 - ☐ Software:
Rhinoceros, 3D Max - Vray, Auto Cad, Inventor
Corel Draw, Photoshop, Illustrator, Flash, Fireworks, Office
 - ☐ Finalista en concurso:
Dimueble (mueble), “Osram (luminaria) y en Plaza Satélite (pabellón olímpico).
 - ☐ Cursos:
“En busca del espíritu Marimekko” en el Museo Franz Mayer, fotografía, costos, materiales, herrajes, patentes, registro de marcas.
- Extras:**
- ☐ Entrevistas en radio, televisión en EWTN, en cadena Nacional en Perú y Argentina.
 - ☐ Coordinadora de voluntariado de un Grupo Juvenil. Realización de campamentos, eventos musicales, teatrales, congresos. Voluntaria en asociaciones civiles.
 - ☐ Proyecto sobre área de viajes y excursiones.